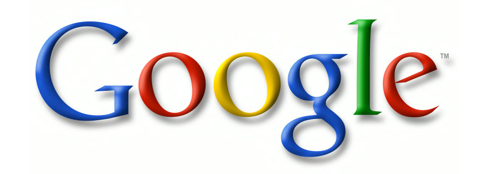




ZEITSCHRIFT FÜR INSTRUMENTENKUNDE.

ZEITSCHRIFT FÜR INSTRUMENTENKUNDE.

..RIFT

..

..NTENKUNDE.

Organ

für

..em gesammten Gebiete der wissenschaftlichen Technik.

Herausgegeben

von

..Arzberger in Wien, **C. Bamberg** in Berlin, **C. M. v. Bauernfeind** in München, ..lin, **R. Fuess** in Berlin, **H. Haensch** in Berlin, **E. Hartnack** in Potsdam, ..ruhe, **H. Kronecker** in Berlin, **A. Kundt** in Strassburg i. E., **H. Landolt** in ..ng in Wien, **L. Loewenherz** in Berlin, **S. Merz** in München, **G. Neumayer** J. **A. Repsold** in Hamburg, **A. Rueprecht** in Wien, **K. Schellbach** in Berlin, **F. Tietjen** in Berlin.

Redacteur: **Dr. Georg Schwirkus.**

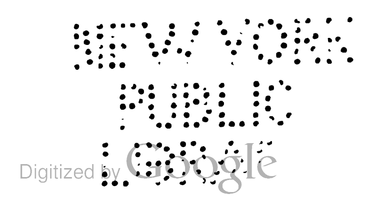
Zweiter Jahrgang. 1882.

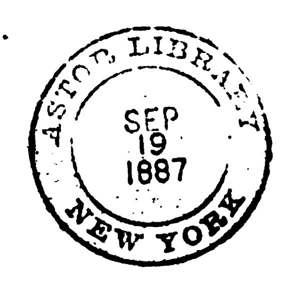


Berlin 1882.

Verlag von Julius Springer.

Monbijouplatz 3.




ASTOR LIBRARY
SEP
19
1887
NEW YORK


Digitized by Google

Inhalts-Verzeichniss.

Kleinere (Original-) Mittheilungen.



Vereinsnachrichten.

Journal- und Patentlitteratur.

Kleinere Notizen.



Für die Werkstatt.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Geschäftsführender Ausschuss der Herausgeber:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. H. Landolt, Vorsitzender. — R. Fuess, Beisitzer. — Reg.-Rath Dr. L. Loewenherz, Schriftführer.

Redacteur: Dr. Georg Schwirkus.

II. Jahrgang. **Januar 1882.** Erstes Heft.

Ein neues Myographion.

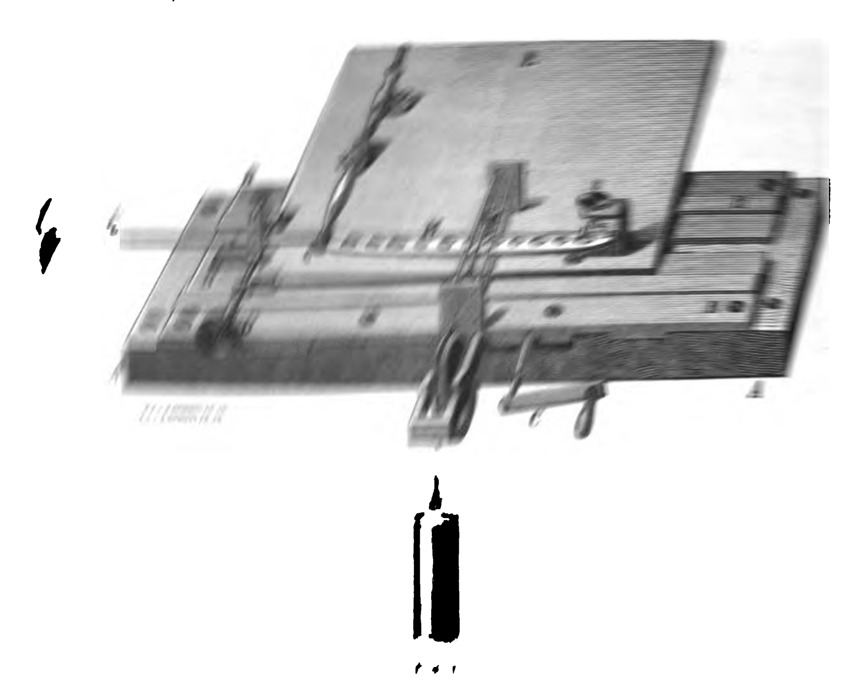
Von

Dr. med. **Magnus Blix**, Docent in Upsala[1]).

Das Myographion ist ein Apparat für graphische Darstellung der Formveränderungen des Muskels. Ursprünglich von Helmholtz in die experimentelle Physiologie eingeführt, hat dieses Instrument seitdem die verbreitetste Anwendung gefunden und der Wissenschaft mehrere schöne Entdeckungen zugeführt. Die Construction des Instruments ist inzwischen mehreren Abänderungen unterworfen worden; das Grundprincip der Construction ist jedoch immer dasselbe geblieben. Durch seine Contractionen setzt der Muskel einen Hebel in Bewegung, dessen Ausschläge auf einer vor seinem freien Ende beweglichen Platte registrirt werden. Ein solcher Apparat liefert dann bei der Zusammenziehung des Muskels auf der beweglichen Platte eine Curve, deren Ordinaten den Längenvariationen des Muskels proportional und deren Abscissen je nach der Art der Bewegung der Platte bestimmte Functionen der Zeit sind, so dass, wenn z. B. die Platte sich mit constanter Geschwindigkeit bewegt, Proportionalität zwischen den Abscissen und den Zeiten eintritt. Da die Formveränderung des Muskels, wie jede Bewegung, mit Nothwendigkeit eine Function der Zeit ist, so scheint diese Anordnung für das Studium der Contractionsphänomene auch höchst zweckmässig zu sein. Wenn der Verfasser bei der Construction seines Myographions dieses Princip trotzdem verlassen hat, so kommt dies durchaus nicht daher, dass er dessen Wichtigkeit verkannt hat, sondern er wurde von ganz anderen Gründen geleitet. Es ist auch nicht seine Absicht, dass dieses neue Myographion andere schon vorhandene im geringsten Maasse verdrängen solle. Vielmehr hat die Neuerung nur den Zweck, eine andere Seite der Physik und Physiologie des Muskels zu beleuchten, als diejenige die bis heute für die graphische Untersuchungsmethode zugänglich gewesen ist.

Die Länge eines Muskels ist von mehreren Factoren abhängig. Einer der wichtigsten ist die Spannung des Muskels, und dies gilt von dem Muskel eben sowohl im ruhenden Zustande als in den verschiedenen Stadien der Reizung. Diese Abhängigkeit der Länge des Muskels von der Spannung ist es, welche mit dieser neuen myographischen Einrichtung untersucht werden soll. Hier wie bei dem Helmholtz'schen

[1]) Die folgende Beschreibung ist zum Theil Auszug aus einem Artikel, den der Verfasser in „Upsala Läkareförenings Förhandlingar, Bd. XV“ publicirt hat.



Der Apparat besteht aus zwei Haupttheilen: einem Hebel nebst Bewegungsmechanismus und der dazu gehörenden berussten Kammer und einer Schreibeplatte mit Zubehör. Der erste Theil (Fig. 1) ist an einen prismatischen Holzklotz (A), 31 cm lang, 6,5 cm breit, 5 cm hoch festgeschraubt. Auf diesem Klotze läuft in

Messingschienen (B) eine dünne Messingscheibe, 13 cm lang und 3 cm breit. Sie wird von einer an ihrer unteren Seite befestigten Zahnstange und einem darunter in den Klotz eingepassten Triebrad bewegt, dessen Welle (C) 5 cm aus dem Klotze hervorragt, wo sie in einer Kurbel endigt. An jene Messingscheibe sind sowohl der Hebel als auch die feuchte Kammer mit deren Zubehör befestigt.

Der Hebel (H) besteht aus einem dünnen Streifen von Messingblech, 10 cm lang, 1 mm stark und in der Mitte, wo er am breitesten ist, 1 cm breit, nach den Enden zu sich verjüngend. Um den Hebel leichter zu machen, ohne seine Tragfähigkeit wesentlich zu vermindern, sind aus dem Blechstreifen eine Reihe runder Löcher ausgeschnitten. An dem einen Ende des Hebels befindet sich eine höchst einfache Einrichtung, um den Muskel festzumachen, nämlich eine vertical stehende, ein wenig gekrümmte Stahlspitze von 0,5 cm Länge, welche durch ein Stückchen isolirendes Ebonit (e) mit dem Hebel in Verbindung steht. Jenseits des Ebonits setzt sich der Hebel in Form einer prismatischen Hülse fort, in welche ein Holzstift (oder ein Stück Fischbein, Schilf u. dergl.) (h) eingesteckt ist, die nochmalige Verlängerung des Hebels bildend, welche für die angemessene Vergrösserung der Ordinaten nöthig ist.

An der Spitze des Hebels wird ein Stück schwarzer Kreide oder, wenn man es vorzieht mit Tinte zu schreiben, eine Feder aus Glas angeheftet. Die letztere besteht aus einer kleinen, offenen, in eine sehr feine kurze Spitze ausgehenden Glaskugel (f), die mit Tinte gefüllt wird, welche in die Spitze herabfliesst und bei jeder Berührung mit dem Papier auf dem letzteren einen Punkt macht.

Der Drehzapfen d des Hebels geht durch die Mitte der Fläche desselben und ist dort festgelöthet; damit die Drehungsaxe jedoch durch den geraden Rand des Hebels geht, ist der Zapfen d an beiden Enden entsprechend gekrümmt. Hierdurch wird zugleich ermöglicht, dass die Rolle, auf welche die Belastung wirkt, bis zum Drehpunkte selbst rückwärts geführt werden kann, ohne dass der Zapfen es hindert. Der letztere endigt in conischen Spitzen und läuft in schalenförmigen Lagerpfannen, deren obere am Ende einer Schraube s sitzt.

Die Belastung, die man — innerhalb der Tragfähigkeit des Hebels — nach Belieben wählen kann, hängt an einer seidenen Schnur, die über eine grosse, leichte und möglichst frictionslose, von dem Klotze getragenen Rolle (R) läuft. Das andere Ende der Schnur ist an einem Bügel (Fig. 2) (b) befestigt, der den Hebel umfasst und mit einer feinen stählernen Rolle (r) auf seinem geraden Rande läuft. An derselben Axe wie diese Rolle sitzen zwei andere ähnliche Rollen, die zwischen zwei Paar schmalen, an die Grundplatte befestigten, zur Führung dienenden Drähten aus Stahl laufen. Diese Anordnung beabsichtigt jede Deviation des Bügels von der Richtung, die durch die Schnur, welche die Belastung trägt, angegeben ist, zu verhüten. Die Rolle des Bügels liegt somit am entsprechenden Rande des Hebels mit einem stets gleichen Druck an, nämlich demjenigen der Belastung, so lange die Last senkrecht gegen die Richtung des Hebels wirkt. Wir haben also diesen Theil des Apparats als einen gewichtlosen, fast frictionslosen Hebel mit constanter, aber beweglicher Belastung zu betrachten.

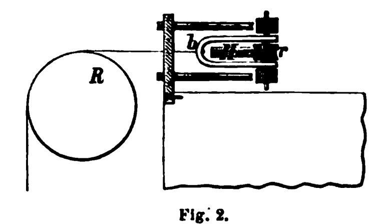


Fig. 2.

Das statische Moment der am Ende des Hebels wirkenden Kraft wird nun mit dem Hebelarm der Belastung oder mit der Abscisse der von dem Hebel beschriebenen Curve proportional sein, so lange nur die Winkelbewegungen des Hebels klein genug sind. Von den grösseren Excursionen des Hebels gilt dies jedoch nicht. Denkt man sich aber mit dem Hebel einen Kreisbogen fest verbunden, dessen Mittelpunkt mit dem Drehpunkt des Hebels zusammenfällt und längs dessen Peripherie der Muskel in der Richtung der Tangente wirkt, so findet die Proportionalität auch für grössere Winkel statt. Nehmen wir z. B. nach Fig. 3 an, dass in der Stellung $M\,L$ des Hebels die Kraft v senkrecht auf den Hebearm a und die Kraft k auf den Hebearm h wirke, so haben wir bei Gleichgewicht

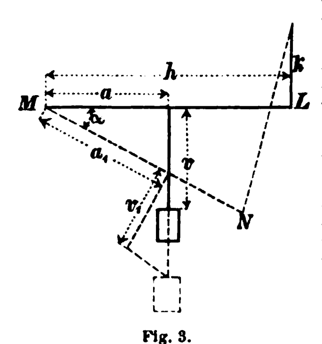


Fig. 3.

$$a\,v = h\,k.$$

Nimmt der Hebel dagegen die punctirte Stellung $M\,N$ an, so dass er mit seiner ersten Stellung einen Winkel α einschliesst, so finden wir bei Gleichgewicht die statischen Momente der ersten Kraft v durch die Multiplication ihrer senkrechten Componente

$$v_1 = v \cos \alpha$$

mit deren Hebearm

$$a_1 = \frac{a}{\cos \alpha},$$

was wieder

$$a_1\,v_1 = a\,v$$

ergiebt.

Dadurch aber, dass der Muskel an seinem Ende drehbar befestigt ist, befindet er sich stets in einer solchen Lage zum Hebel, dass für die kleinen Excursionen, die der Hebel überhaupt macht, mit hinreichender Annäherung angenommen werden kann, der Muskel wirke in jeder Lage unter demselben rechten Winkel gegen den Hebel, was obiger Situation entspricht. Das statische Moment des Muskels kann also als constant angesehen werden und es erscheint überflüssig, jenes Bogenstück hinzuzufügen.

Auf derselben beweglichen Messingscheibe, an welcher der Hebel mit seiner Axe befestigt ist, ist auch eine feste Ebonitplatte (Fig. 1 *E*) angeschraubt. Dieselbe bildet den Boden der feuchten Kammer, in welcher der Muskel während der Versuche gegen Vertrocknung geschützt wird. Die übrigen Wände dieser Kammer bestehen aus einem umgestülpten Glaskästchen. Ein Schlitz in einer der Seitenwände lässt einen dehnungsfreien Draht, der den Hebel mit dem einen Ende des in der Kammer eingeschlossenen Muskels verbindet, hindurchgehen. Das andere Ende des Muskels wird an die Ebonitplatte vermittels eines stellbaren Stahlstifts (*S*) von derselben Form wie der am Hebel sitzende befestigt; jener Stahlstift dient dazu, das Bein oder die Sehne des Muskels zu durchstechen. Die übrigen Einzelheiten des Mechanismus gehen aus der Figur hervor. Durch ein Paar Klemmen werden die zur Reizung des Muskels nöthigen elektrischen Ströme in die feuchte Kammer eingeführt. Ein besonderer kleiner Mechanismus ermöglicht die Excursionen des Hebels nach der einen oder anderen Seite, wenn nöthig, zu begrenzen. Er



besteht aus einer kleinen Schraube (*D*), mittels welcher man einen Arm (*g*) bewegt, der nach Belieben aufgerichtet oder niedergeschlagen werden kann.

Der andere Hauptheil des Apparats besteht aus der Schreibeplatte. Um die Friction des Schreibestifts mit dieser Platte zu verhüten — eine Friction, deren schädlicher Einfluss auf die Resultate der Untersuchung sich um so bemerklicher machen würden, je länger der Hebel ist, den man anwendet — ist die Anordnung getroffen, dass die Scheibe vibrirt und zwar unter dem Einflusse eines Elektromagneten mit automatischer Stromunterbrechung.

Dies hat zur Folge, dass der Stift, wenn er richtig eingesetzt ist, nur während so kurzer Zeitmomente an dem auf der Schreibeplatte ausgespannten Papier anliegt, dass seine Stellung dadurch nicht wahrnehmbar verändert werden kann.

Dieser Theil der Construction ist in verticalem Durchschnitt durch Fig. 4 dargestellt. Mitten an der unteren Seite einer horizontalen mattgeschliffenen Glasplatte (*G*) 11 cm lang, 9 cm breit, ist ein prismatisches Stück weichen Eisens (*k*) befestigt, das den Anker des darunter in liegender Stellung placirten Elektromagneten bildet, dessen Pole mit einer vertical hinaufsteigenden Verlängerung, ebenso gross als die Dicke der umgebenden Rolle, versehen sind, so dass die Pole sich in derselben Höhe befinden, wie der oberste Rand der Rollen. Damit die Platte gleich grosse Excursionen nach beiden Richtungen hin mache, ist es erforderlich, dass die Bewegungen des Ankers vollkommen senkrecht auf- und niedergehen und keine Bogen beschreiben; es ist daher hier zur Führung des Ankers eine Parallelogrammbewegung angewendet worden. Ausser der an den Anker unmittelbar befestigten horizontalen Feder (*l*), ist noch eine andere (l_1) 3 cm niedriger und mit der oberen parallel angebracht und einerseits — mittels eines senkrechten davon herabgehenden kleinen Messingstabes (*m*) — mit dem Anker, andererseits mit einer die beiden Federn vereinigenden Schraube (*n*) verbunden. Dadurch, dass eine diese Schraube umfassende Mutter (*p*) gedreht wird, können also die beiden Federn gleichzeitig gehoben oder gesenkt, gespannt oder abgespannt werden. Uebrigens ist der Elektromagnet von dem gewöhnlichen Typus dergleichen mit automatischer Stromunterbrechung versehenen Apparate nicht verschieden. Ungeachtet der verhältnissmässig grossen Masse, die er in Bewegung zu setzen hat, erheischt er nur einen ganz schwachen Strom; die eingeführten Abänderungen scheinen somit wenigstens keine Nachtheile mit sich gebracht zu haben. Auf die horizontale Messingplatte wird glattes Schreibpapier mittels Federklemmen befestigt.

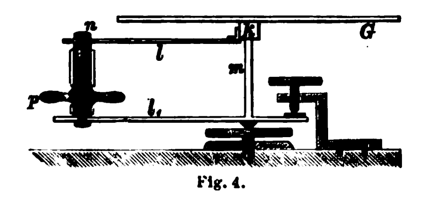


Fig. 4.

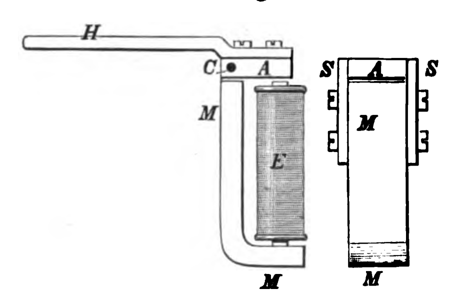
Das hier beschriebene Myographion eignet sich trefflich nicht nur zum Studium der Dehnungselasticität des Muskels, sondern auch zur Beleuchtung des Einflusses, den die Grösse der Belastung auf den Muskel und seine Function im Allgemeinen ausübt.

Neue Form der Elektromagnete.

Von
Prof. Frd. Arzberger in Wien.

Elektromagnete werden so häufig und zu so vielen Zwecken verwendet, dass die Publication einer vereinfachten Form derselben nicht ohne Interesse sein dürfte. Im nebenstehenden Holzschnitte ist *M* eine Winkelschiene von weichem Eisen, in welcher ein ebenfalls aus weichem Eisen hergestellter cylindrischer Kern *E* eingeschraubt ist, welcher eine Magnetisirungsspirale trägt.

Zwei an *M* angeschraubte Messinglamellen *S S* (Siehe Seitenansicht) tragen die Drehungsaxe *C* des Ankers *A*, der mit dem Hebel *H* durch zwei Schrauben verbunden ist.



Unterhalb der Drehungsaxe ist zwischen *A* und *M* ein sehr kleiner Zwischenraum von 0,1 bis 0,2 mm freigelassen, welcher dem Anker hinreichenden Spielraum für die Oscillation gestattet. Bei der geringen Entfernung dieser Theile wirkt dieser Elektromagnet als Hufeisenmagnet, wenn er gleich nur mit einem Eisenkerne und und nur mit einer Spule versehen ist.

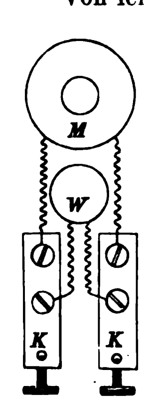
Solche Elektromagneten wirken kräftiger und haben den Vorzug grosser Einfachheit und Billigkeit.

Bei dieser Gelegenheit möge die Aufmerksamkeit der geehrten Leser auf einen Gegenstand gelenkt werden, über welchen ich schon vor längerer Zeit in Dinglers Journal (**217**, 466) berichtet habe.

Die Corrosion der Contactstellen bildet bei vielen Apparaten eine Störung im regelmässigen Gange, besonders dann, wenn der Contact nicht sehr kräftig wirken kann.

Seit 12 Jahren habe ich eine elektrische Uhr im anstandslosen Gange, an der die ganze Zeit hindurch die hier zu besprechende Vorrichtung angebracht ist, welche ich den Entladungswiderstand nenne.

Von feinem übersponnenen Neusilberdraht[1]) wird ein Stück abgeschnitten, welches den sechs- bis achtfachen Leitungswiderstand der zugehörigen Magnetisirungsspirale hat. Dieses Drahtstück wird zuerst gerade ausgespannt und sodann in der halben Länge zusammengebogen, so dass ein Doppeldraht entsteht, in welchem beim Durchleiten eines Stromes zwei gleichstarke Ströme in unmittelbarer Nähe einander entgegen gehen. Windet man diesen Doppeldraht auf eine Spule, so kann eine Induction der Drahtwindungen auf sich selbst von keinem Erfolge begleitet sein, somit giebt diese Spule für sich keinen Schliessungs- und Unterbrechungsfunken. Wie aus nebenstehendem Holzschnitte zu ersehen, ist die Magnetisirungsspirale *M* und der Entladungswiderstand *W* derart mit den beiden Klemmen *K K* verbunden, dass sich die Extraströme durch *W* entladen, wodurch der Funken am Contact beseitigt ist.



[1]) Neusilberdraht von 0,2 mm Durchmesser hat 7 bis 8 Siemens-Einheiten Widerstand pro Meter Länge.

Hat beispielsweise W den sechsfachen Widerstand von M, so geht vom Gesammtstrom $^1/_7$ durch W und $^6/_7$ durch M, man hat somit $^1/_7$ Stromverlust, der in den meisten Fällen geopfert werden kann, wenn man mit einem so einfachen, billigen und wenig Raum einnehmenden Mittel die Contactfunken zu beseitigen in der Lage ist.

Ueber Fernröhre ohne Vergrösserung.

Von
Dr. C. Bohn in Aschaffenburg.

Für manche geodätische Arbeiten ist es sehr erwünscht und nützlich eine Absehvorrichtung zu gebrauchen, welche nach den beiden entgegengesetzten Richtungen zu zielen gestattet. Hierfür hat Stampfer schon vor langer Zeit das sogenannte „Fernrohr ohne Vergrösserung“ eingeführt, welches ich in meiner „Anleitung zu Vermessungen in Feld und Wald“, Berlin 1876, S. 255 vorzog „Linsendiopter“ zu nennen. Er beschreibt dasselbe in „Theor. u. prakt. Anleitung zum Nivelliren“, 6. Aufl. Wien 1869, S. 111 mit folgenden Worten:

a) Das Fernrohr ohne Vergrösserung enthält an beiden Enden gleiche Glaslinsen, die um die Summe ihrer Brennweiten von einander entfernt sind; in der Mitte zwischen beiden, also in ihrem gemeinschaftlichen Brennpunkt, befindet sich das Fadenkreuz, welches wie die beiden Linsen unveränderlich in der Röhre befestigt ist.

b) Die Linsen stehen nicht ganz am Ende des Rohres, sondern $^2/_5$ Zoll hinter den Oeffnungen, und die letztere braucht nicht grösser zu sein, als jene der Pupille des Auges, also etwa 2—$2^1/_2$ Linien, denn unter dieser Bedingung ist die Helligkeit des Rohres so gross als möglich, nämlich jener des freien Auges gleich.

c) Nur das fehlerfreie oder weitsichtige Auge sieht hier deutlich, der Kurzsichtige muss, wie bei Arbeiten mit dem gewöhnlichen Diopter, sein Augenglas gebrauchen.

d) Da die Brennweite der Linsen nur etwa $1^1/_4$ Zoll beträgt, so fällt das Bild selbst für nahe Gegenstände so genau in die Ebene der Fäden, dass deshalb eine Verrückung des Ocularglases unnöthig ist. Bei einer Distanz von 1—2 Klafter sieht man Bild und Faden noch zugleich ganz deutlich.

Zu b) wäre der Nutzen der kleinen Sehöffnungen hervorzuheben. Sie dienen zur Verminderung der Parallaxe, deren grösster Betrag dem Halbmesser der Oeffnung proportional ist.

Das Rohr sei gerichtet auf eine in der Entfernung g vor dem Objective stehende getheilte Latte, f_1 und f_2 seien die Brennweiten der zwei Linsen, $f_1 + f_2$ ihr Abstand, das Fadenkreuz, wie vorgeschrieben, im gemeinsamen Brennpunkt auf der Axe der centrirten Linsen, b_2 die zur Gegenstandsweite g bei der Linse f_2 gehörige Bildweite, das Auge in der Entfernung e_1 hinter dem Oculare (f_1) stehend. Befindet sich das Auge genau auf der Axe, so deckt das Fadenkreuz [welches, nach Stampfer d), genügend deutlich gleichzeitig mit dem reellen Bilde der entfernten Latte erkennbar ist] den angezielten Punkt der Latte.

Sei nun 1) ein unendlich weitsichtiges Auge vorausgesetzt, d. h. ein solches, das für parallele Strahlen accomodirt ist. Befindet sich das Auge um den Betrag ϵ



seitlich von der Axe des Rohres, so schneidet der vom Fadenkreuze × (siehe Figur 1) kommende, ins Auge gelangende Strahl vom reellen Bilde der Latte einen Punkt, der um die Länge β vom eigentlich angezielten Punkte entfernt ist, und aus

$$b_2 = \frac{gf_2}{g - f_2} \text{ und } \beta : \varepsilon = b_2 - f_2 : f_1 \text{ (siehe Figur)}$$

berechnet sich:

$$\beta = \varepsilon \cdot \frac{f_2}{g - f_2} \cdot \frac{f_2}{f_1}.$$

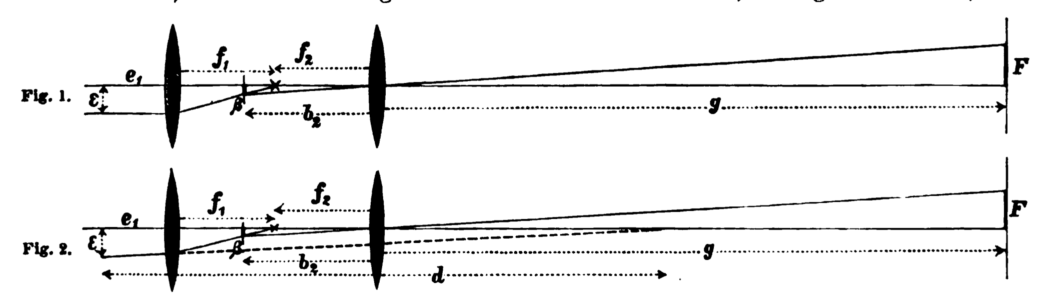
Dem reellen Bilde von der Grösse β entspricht aber ein Stück F der Latte, welches sich leicht berechnet:

$$F = \beta \cdot \frac{g}{f_2} = \varepsilon \cdot \frac{f_2}{g - f_2} \cdot \frac{f_2}{f_1} \cdot \frac{g - f_2}{gf_2} = \varepsilon \cdot \frac{f_2}{f_1}.$$

F ist aber der Parallaxenfehler. Es ist bei unendlich weitsichtigem Auge, wie man erkennt, unabhängig von der Gegenstandsweite und gleich der Seitenverschiebung des Auges mal dem Brennweitenverhältniss von Objectiv und Ocular. Sind f_1 und f_2 genau gleich, so wird auch bei umgekehrten Zielen derselbe Parallaxenfehler begangen, andernfalls ist er dann $\varepsilon \cdot \frac{f_1}{f_2}$.

Nun kann ε nicht grösser als der Halbmesser der Sehöffnung sein, und die Verengung dieser setzt also dem möglichen Parallaxenfehler Grenzen.

Ist 2) das Auge nicht unendlich weitsichtig, sondern auf die Entfernung d accomodirt, so fällt der mögliche Parallaxenfehler anders, weniger einfacher, aus.



Damit das Fadenkreuz durch jede der beiden Linsen von einem Auge, das e_1 beziehungsweise e_2 hinter denselben steht, deutlich gesehen werden kann, muss es nach der bekannten Theorie der Lupe um

$$\frac{f_1(d - e_1)}{f_1 + d - e_1}, \text{ beziehungsweise } \frac{f_2(d - e_2)}{f_2 + d - e_2}$$

vor der Linse stehen. Die beiden Linsen müssen also um die Summe dieser zwei Grössen (nicht um die Summe ihrer Brennweiten) von einander entfernt sein.

Ein Blick auf Figur 2 zeigt, dass nach dem um ε seitlich der Axe stehenden Auge jener Strahl vom Fadenkreuze × gelangt, welcher vom reellen Bilde der Latte einen Punkt schneidet, der um β von der Axe absteht. Und es berechnet sich (Figur 2):

$$\beta : \varepsilon' = b_2 - \frac{f_2(d - e_2)}{f_2 + d - e_2} : \frac{f_1(d - e_1)}{f_1 + d - e_1},$$
$$\varepsilon' : \varepsilon = d - e_1 : d;$$

dann der Parallaxenfehler

$$F = \beta \cdot \frac{g}{b_2}.$$

... ohne dass das Faden-

... leicht,

... es
...iel-
...lung
... lässt,
fester
abstehen
...s benutzt
...rnröhrchen
...e zuletzt er-
natürlich mit

...normalen Auge,
...le Strahlen ange-

...ng „Fernrohr ohne
...jectivs und Oculars
...n unter Vergrösserung
...n, vom selben Punkte
...egenstand erscheint, so
...on Objectiv und Ocular,
...nung seines Auges hinter
...vom Objectiv an gerechnet,

$$\ldots \frac{f_1}{f_2} \cdot \frac{f_2 + d - e}{d}.$$

... abhängig von der Gegenstands-
...d e, ebenso wie von der gemein-
...selbst für Accomodation des Auges

$$\ldots \frac{f_1}{-f_1} \cdot \frac{f_1}{f_2},$$

Vernachlässigt man aber die Entfernung e und die Brennweite f gegen die Gegenstandsweite g, so erhält man in erster Annäherung

$$v = \frac{g + f_1}{g - f_1} \cdot \frac{f_1}{f_2} \text{ und in zweiter Annäherung } v = \frac{f_1}{f_2},$$

erzielt also bei gleichen Brennweiten erst in diesem Grade der Annäherung ein Fernrohr ohne Vergrösserung.

Selbstleuchtendes Fadenkreuz.

Von
Dr. C. Bohn in Aschaffenburg.

Um auf dunklem Hintergrunde die Fäden des Beobachtungsfernrohres sichtbar zu machen, muss entweder das Gesichtsfeld, oder es müssen die Fäden erhellt werden. Dabei sind gewisse Grenzen einzuhalten, um die Sichtbarkeit der zu beobachtenden Gegenstände (lichtschwache Sterne oder dergl.) nicht zu beeinträchtigen.

Für die Erhellung des Gesichtsfelds sind verschiedene Mittel im Gebrauche, allein in vielen Fällen astronomischer und in manchen Fällen physikalischer Beobachtung erscheint schon die geringste, jedenfalls die zur Verdeutlichung des Fadenkreuzes erforderliche Beleuchtung des Gesichtsfeldes unanwendbar. Die Beleuchtung der Fäden wird fast ausnahmslos durch Lampen bewirkt, deren symmetrische Anbringung schon umständlich ist, weil sie die Beweglichkeit des Fernrohrs nicht hemmen sollen, stets in gleicher Weise ihr Licht nach den Fäden senden und beständig in verticaler Lage verbleiben müssen. Ausserdem aber muss das Rohr des Teleskopes durchbrochen werden, was wieder erhebliche Unbequemlichkeiten verschiedener Art mit sich bringt. Jedenfalls kann das Fernrohr eines zu irdischen Beobachtungen dienenden Theodolits nicht ohne grosse Weitläufigkeit in bisheriger Art zur Fadenbeleuchtung eingerichtet werden. Eben das gilt auch für die Beleuchtung durch Inductionsfunken, welcher ihr Erfinder (Secchi) wohl schwerlich praktische Bedeutung zugeschrieben hat. Endlich hat sich das Verfahren, die Fäden aus Wollaston'schen Drähten zu bilden und galvanisch glühend zu machen, nicht bewährt, abgesehen von der Gefahr des häufigen Durchschmelzens bei zu starkem Strom, bedingt die bedeutende Temperaturerhöhung Luftströmungen, welche schwierigere Beobachtungen gar nicht mehr gestatten, — anderer Missstände zu geschweigen.

Ich bin auf den Gedanken gekommen, die jetzt leicht käuflich zu erhaltende Leuchtfarbe (wesentlich Schwefelcalcium) für die Sichtbarmachung des Fadenkreuzes zu verwenden[1]), und das ist mir in der Weise gelungen, dass ohne die geringste Schwierigkeit jeder Beobachter sein Fernrohr selbst so einrichten kann, dass es zu Beobachtungen bei Nacht und gleich gut bei Tag anwendbar ist.

Der Versuch, die Fäden dadurch zu beleuchten, dass ich Leuchtfarbe seitlich im Ocularrohre und an der Innenseite der Fassung des Augenglases anbrachte, missglückte. Dagegen hatte ich besten Erfolg, als ich die Fäden aus Leuchtfarbe selbst

[1]) Für Spectralapparate hat H. C. Vogel schon früher (diese Zeitschrift 1. 22) einen ähnlichen Vorschlag gemacht. *D. Red.*

bildete. Spinnfäden oder selbst feine Metalldrähte genügend mit dieser Farbe zu überziehen, wird nicht gelingen. Ich entfernte daher die Fäden und setzte an ihre Stelle auf die Fadenplatte ein Mikroskopdeckgläschen, auf welches mit Leuchtfarbe Linien aufgetragen sind. Man rührt und reibt die Farbe mit kochendem Wasser in erwärmtem Gefässe an (kalt wird die Farbe zum Auftragen ungünstiger) und zieht mit feinem Pinsel die Striche auf das Gläschen. Nach dem Trocknen lassen sie sich durch Wegschaben mit feinem Messer oder mit Kupferstecherwerkzeug auf die gewünschte Schmalheit bringen, wobei sie doch ziemlich dick oder hoch bleiben können, was für das hellere Leuchten nicht gleichgültig zu sein scheint. Es dürfte zweckmässig sein, die Linien vorerst in das Glas zu ätzen oder zu schneiden und die Vertiefungen mit der Farbe auszufüllen. Wenn ich bisher in dieser Art keine befriedigenden Fadenkreuze herstellte, so habe ich die beste Art die Vertiefungen zu machen noch nicht herausgefunden; auch lässt sich hoffen, das Schwefelcalcium in für den Auftrag günstigere physikalische Beschaffenheit, als sie die käufliche Leuchtfarbe hat, zu bringen.

Die aus Leuchtfarbe gebildeten Linien leuchten nur nach vorhergegangener Bestrahlung, die aus Schwefelcalcium gebildeten bläulich, man hat aber auch grüne, rothe, gelbe Leuchtfarbe. Das zerstreute Tageslicht, wie es durch das Augenglas zu den eingesetzten Strichen gelangen kann, erregt schon das Leuchten, so dass es mehrere Stunden nach Sonnenuntergang anhält. Zweckmässiger aber ist es, die Erregung durch Vorhalten einer Kerzen- oder Lampenflamme vor das Augenglas zu bewirken. Je nach der Dauer der Einstrahlung, Intensität der Flamme u. s. w. leuchten die Linien stärker oder schwächer und ihr Glanz hält einige Stunden an, langsam abnehmend. Ferner ist unter sonst gleichen Umständen das Phosphoresciren bei höherer Temperatur stärker. Man kann demnach leicht die für die besondere Beobachtung zweckmässigste Helligkeit durch Abstufung der Bestrahlung erzielen oder einfach abwarten. Wichtig ist, dass keinerlei constructive Eingriffe am Fernrohr zu machen sind und keine Berührung desselben, am allerwenigsten ein Herausschrauben des Augenglases oder der Fadenplatte nöthig ist, um das Selbstleuchten anzuregen.

Da die Leuchtfarbe undurchsichtig ist, so sind die damit gezogenen Linien vor hellem Hintergrund gut sichtbar; ich habe bei Tage Beobachtungen mit einem Theodoliten gemacht, in welchem ein Fadenkreuz der oben beschriebenen Art eingesetzt ist.

In einigen Versuchen bei mässig dunklem Himmel konnte ich kleine Sterne bequem auf den Kreuzpunkt der leuchtenden Striche einstellen, während wenn hellere Stellen des Himmels oder wenn ein lichtstarker Stern, wie Jupiter in's Gesichtsfeld genommen wurde, die Striche wie dunkele Fäden aussahen und die Einstellung abermals möglich war.

Bisher habe ich nur mässig vergrössernde Oculare angewendet und ich vermochte ganz gut die genügende Feinheit der Striche herzustellen. Die Anfertigung noch feinerer Linien, wie sie für ganz starke Vergrösserung nöthig sein wird, erfordert allerdings mehr Kunstfertigkeit und Geduld, als mir zu Gebote steht.



Ueber Stauroskope und stauroskopische Methoden.

Von
Prof. Dr. **H. Laspeyres** in Aachen.

Die Stauroskope dienen zum Aufsuchen der Lage der Schwingungsrichtungen des Lichtes in doppelbrechenden Krystallen. Diese Bestimmung ist eine sehr häufige und für weitere Untersuchungen grundlegende Aufgabe der Krystalloptik.

In der letzten Zeit hat sie nicht nur für theoretische sondern auch für mehr praktische Zwecke grössere Wichtigkeit gewonnen, seitdem die mineralogischen Forschungen besonders die Untersuchung der inneren physikalischen, namentlich optischen Eigenschaften der Mineralien berücksichtigen, und dieselben in der Petrographie zur Unterscheidung der Gemengmineralien der Gesteine vor Allem benutzt werden.

Unter diesen Umständen erscheint die Prüfung der stauroskopischen Methoden in Bezug auf ihre Brauchbarkeit und den Grad ihrer Genauigkeit um so mehr geboten, als in der Literatur so gut wie gar keine Erfahrungen darüber vorliegen.

Letzteres ist sehr auffällig, weil über die Instrumente und Methoden zur Aufsuchung der Aenderung der Schwingungsrichtung des linearpolarisirten Lichtes durch optisch active Flüssigkeiten, über die sogenannten Saccharimeter und Polaristrobometer vielseitige und umfangreiche Untersuchungen in Bezug auf ihre Construction und Genauigkeit ausgeführt worden sind. Hier lag neben dem wissenschaftlichen das praktische Bedürfniss der Zuckerindustrie vor[1]).

Im Nachstehenden sollen die Stauroskope in ihrer jetzigen Gestalt und ihre Prüfung von Seiten des Beobachters Besprechung finden.

Die in Bezug hierauf bei längerer Beschäftigung mit diesen Instrumenten von mir gemachten Erfahrungen dürften manchem Fachgenossen oder Verfertiger derartiger Apparate von einigem Nutzen sein.

I. Die Stauroskope.

Die besten und bequemsten Stauroskope verfertigt R. Fuess in Berlin. Derselben habe ich mich deshalb bei meinen Arbeiten auch nur bedient und auf diese beziehen sich vor allem die folgenden Bemerkungen.

Diese Apparate sind durch die Beschreibungen von Groth[2])[3]) in ihrer älteren Construction, sowie durch diejenige von Liebisch[4]) in ihrer jetzigen Construction bekannt, so dass ich im Wesentlichen auf diese Beschreibungen verweisen kann.

Für diejenigen, welche diese Beschreibungen nicht zur Hand haben, ist die jetzige Construction des Stauroskops aus den nebenstehenden Holzschnitten Fig. 1 bis 3, und nachstehenden kurzen Erläuterungen ersichtlich. Der Holzschnitt Fig. 1 zeigt einen verticalen Durchschnitt des Instrumentes durch dessen Axe.

Das Collimatorrohr *Bg* empfängt das Licht von dem beweglichen Beleuchtungsspiegel *S* und umfasst unten das drehbare, durch einen verstellbaren Anschlags- oder

---

[1]) Landolt, das optische Drehvermögen organischer Substanzen, u. s. w. Braunschweig 1879.

[2]) Poggendorff's Annalen 1871. **144.** 34.

[3]) Physikalische Krystallographie, Leipzig 1876. 57 und 471.

[4]) Bericht über die wissenschaftlichen Instrumente auf der Berliner Gewerbeausstellung 1879. 342.

Klemmring f' (Fig. 3) fixirbare Polarisatorrohr f, mit dem Nicol'schen Prisma p in der Mitte zwischen zwei gleichen Linsen $e\,e'$, deren Brennpunkte im Nicol zusammenfallen. Die kreisförmige Platte h (Fig. 1 und 2) ist fest mit dem Collimatorrohr Bg verbunden und trug früher den rechts, d. h. im Sinne eines Zifferblattes, in Grade getheilten Limbus von 60—70 mm Durchmesser, jetzt den Nonius[5]). Die um das obere Ende des Rohres g gleitende Hülse oder Kappe l enthielt am unteren conisch

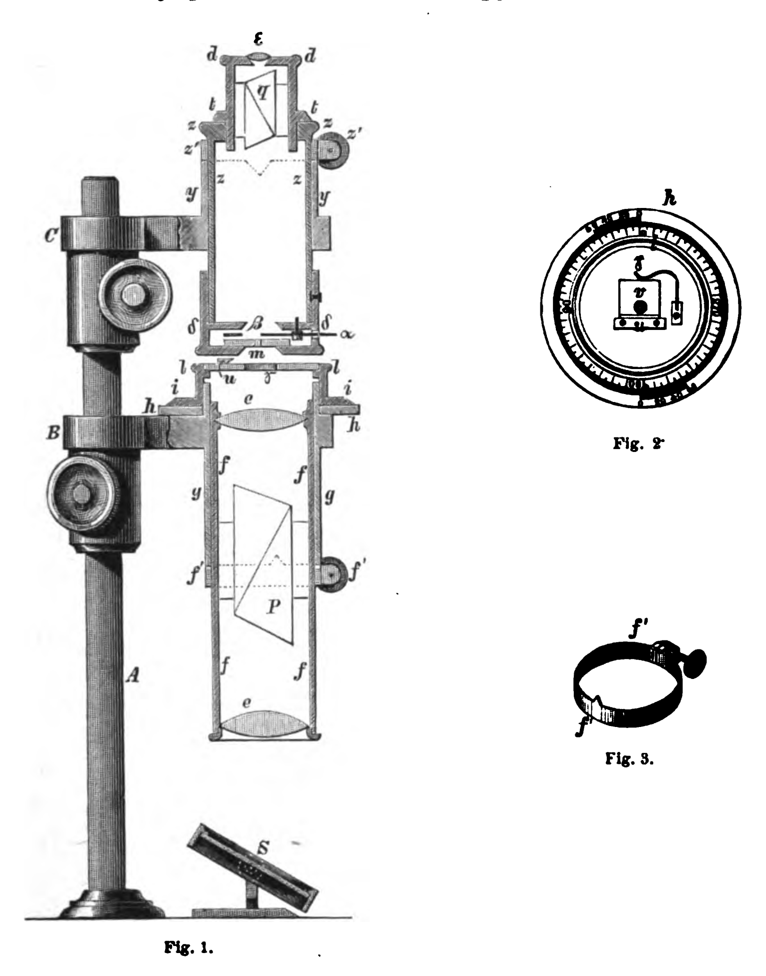


Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

abgeschrägten Rande i früher den Nonius, jetzt den links getheilten Limbus und umfasst mit dem oberen gekerbten Rande den Objecttisch γ, welcher also vorherrschend mit parallelem, linearpolarisirten Lichte normal bestrahlt wird. Bei den früheren Apparaten war $^1/_{12}$ Grad ablesbar, $^1/_{24}$ noch zu schätzen, bei den neuen giebt der Nonius $^1/_{30}$ Grad an.

Die behufs Reinigung und Instandsetzung des Apparates leicht lösbare Verbindung des Objecttisches γ und der Hülse l genau in der früheren Lage geschieht

---

5) Der Mangel eines zweiten um 180° entfernten Nonius am Apparat zeigt sich beim Prüfen desselben s. u. Auch vermisst man ein für den Beobachter bequem angebrachtes Fernrohr oder eine Lupe zum Ablesen des Nonius.

durch einen Ausschnitt am Rande des Tisches γ und einen genau dahinein passenden Stift in der Hülse l[6]).

Der metallene Objecttisch γ hat einen centralen Ausschnitt, neben diesem befindet sich auf der Oberseite eine Stahlschiene *u*, deren innere, dem Ausschnitte zugekehrte Seite nach unten abgeschrägt ist, und deren dadurch spitzwinklige, innere Oberkante durch zwei Correctionsschrauben genau parallel oder normal zur Verbindungslinie der Nullpunkte der festen Nonien bez. des festen Theilkreises gerichtet werden kann (s. u.).

An diese Kante wird durch eine Feder (Fig. 2) eine den Ausschnitt des Objecttisches γ bedeckende planparallele Platte *v* von schwarzem Glase, der sogenannte Krystallträger, mit ihrer vorderen, völlig eben und normal zur Ober- und Unterseite geschliffenen und wie diese polirten Randfläche genau angedrückt, so dass die zwei Kanten dieser drei Flächen der angelegten Platte *v* der inneren Kante der Stahlschiene *u* parallel liegen.

Eine Durchbohrung der opaken Glasplatte *v* in ihrem Drehungsmittelpunkte, deren Weite von der Grösse der zu untersuchenden Krystalllamelle, von der Beleuchtungsart und von dem angewandten Polariskop (s. u.) abhängt, lässt nur centrale Lichtstrahlen hindurch. Mit Wachs, Canadabalsam oder einer Klemmvorrichtung wird auf der Glasplatte *v* die Krystalllamelle *w* so befestigt, dass eine fehlerfreie Stelle die Oeffnung völlig bedeckt, und dass eine krystallographisch bekannte Kante $w'w''$ derselben der an die Stahlschiene *u* gelegten Kante der Glasplatte *v* möglichst nahe parallel ist. Die meist nur sehr geringe Abweichung von dieser parallelen Lage kann nach einer von Groth[2])[3]) angegebenen optischen Methode und nach der von Websky[7]) richtig gestellten Formel für diese „Correction der Stauroskopmessung" bei gut spiegelnder Beschaffenheit der Krystallflächen w' und w'' bis auf die Minute genau ermittelt werden.

Mit Hülfe des Theilkreises gewinnt man auf diese Weise genau die Beziehung zwischen den bekannten krystallographischen und den zu ermittelnden optischen Richtungen der Krystalllamelle *w*.

Das mit Zahn und Trieb bewegliche Beobachtungsrohr Cy nimmt von oben her die Hülse *z* in sich auf. Die jeder Zeit lösbare und veränderliche, aber stets in der einmal fixirten Lage wieder herstellbare Verkuppelung beider Rohre *y* und *z* erfolgt durch den Klemm- und Anschlagsring z', der wie f' gestaltet ist. Von unten her wird an das Rohr *z* eine Kappe δ geschoben, welche über ihrer centralen Oeffnung das Polariskop *m* trägt, d. h. den optischen Apparat, welcher anzeigt, wann die Schwingungsrichtung des Lichtes in der Krystalllamelle *w* genau 0 oder 90 Grad mit dem Hauptschnitte des Polarisator bildet. Ein Führungsstift an dem Rohre *z* genau passend in einen verticalen Schlitz der Kappe δ bildet die nach Bedürfniss lösbare, aber stets in derselben Lage wieder herstellbare Verbindung[8]) beider Theile.

Die obere, viel engere Oeffnung des Rohres *z* dient zur Aufnahme des drehbaren analysirenden Nicol'schen Prisma *q*, dessen Fassung *d* unten einen conisch

[6]) Diese Verkuppelung muss durch eine vollkommenere ersetzt werden, entweder klemmt sich nämlich der Objecttisch oder er schlottert und beeinträchtigt dadurch die Richtigkeit der Messung.

[7]) Zeitschrift für Krystallographie und Mineralogie 1880 4. 567.

[8]) Diese Verbindung leidet an demselben Fehler wie diejenige zwischen der Hülse *l* und dem Objecttisch γ, s. oben Anm. 6.



abgeschrägten Rand *t* mit Kreistheilung nach links in je 5 Grade trägt. Der Indexstrich[9]) befindet sich an dem Rohre *z*.

Die Weite des Diaphragma über dem Analysator *q* ist von dem angewandten Polariskop abhängig[10]). Ist das Polariskop ein Halbschattenapparat, so befindet sich über dem Diaphragma noch eine Linse *ε* von solcher Brennweite, dass man das etwa 130mm entfernte Polariskop *m* und die etwa 5mm weiter entfernte Krystalllamelle *w* in gleicher Schärfe sieht. Man kann dann die zur Linie verkürzte Trennungsebene der Halbschattenapparate genau auf eine krystallographische Linie der Krystalllamelle *w* einstellen.

In den mechanischen Theilen haben die neuen Instrumente den alten gegenüber nur einige kleine Verbesserungen — feststehender Nonius, beweglicher Limbus, Klemmringe *f'* und *z'*, Theilkreis *t* am Analysator — erhalten, dagegen aber auch einen bei der Justirung des Apparates (s. u.) hervortretenden, allerdings leicht wieder zu beseitigenden Nachtheil[11]). Eine durchgreifende Vervollkommnung haben dagegen diese Instrumente in den optischen Theilen erfahren durch die Ersetzung der alten Polariskope durch s. g. Halbschattenapparate, welche schon viel früher bei den Polarisationsinstrumenten zur Ermittelung des optischen Drehvermögens von Flüssigkeiten[1]) Anwendung gefunden hatten.

Zuerst benutzte man als Kennzeichen für den Moment der erreichten Parallelstellung der Schwingungsrichtung in der Krystalllamelle *w* mit dem Hauptschnitte des Polarisator oder Analysator, wie bei den Polaristrobometern von Biot, Mitscherlich[12]), Jolly[13]), die maximale Verdunkelung in der Mitte des Gesichtsfeldes. Der Einstellungsfehler ist hier sehr gross.

v. Kobell[14]) führte, wie schon Dove, als Polariskop das Interferenzbild einer normal zur optischen Axe geschliffenen Calcitplatte unmittelbar unter dem Analysator ein, deren kreuzförmiges Interferenzbild nur ungestört ist, wenn die Schwingungsrichtungen des Lichtes in der Krystalllamelle *w* parallel mit derjenigen in einem der gekreuzten Nicols sind. v. Kobell nannte danach das Polarisationsinstrument das Stauroskop. Der Name hat sich auch für die Instrumente mit andern Polariskopen erhalten, obwohl er sachlich nicht mehr richtig ist. Die Genauigkeit der Einstellung mit Hülfe dieses Polariskopes ist meines Erachtens dadurch kaum erhöht worden, v. Kobell giebt sie auch nur „bis auf 3 oder 4 Grad annähernd“ an[14]).

Brezina[15]) führte eine Calcitplatte mit anderem empfindlicheren Interferenzbilde ein, welche bei den älteren Stauroskopen von Fuess Anwendung fand. Dieses Po-

---

[9]) Besser wäre ein Nonius.

[10]) Bei den neuen Instrumenten, deren Polariskop ein so genannter Halbschattenapparat ist, macht Fuess das Diaphragma 3—3,5mm weit, während es vortheilhafter ist, dasselbe auf 1 bis 1,5mm einzuengen. Bei zu weiter Austrittsöffnung wechselt nämlich die Richtung der benutzten Lichtstrahlen, folglich auch die Beschattung der beiden Hälften des Halbschattenapparates mit der Stellung des Auges.

[11]) Ueber die älteren Constructionen der Stauroskope vgl. Pogg. Ann. 1855. **95.** 320.—1866. **128.** 446.—1866. **129.** 478.—1867. **130.** 141.

[12]) Mitscherlich, Lehrb. d. Chem. 1844. **1.** 361.

[13]) Vergl. auch Murmann und Rotter, Sitzb. d. Wiener Akad. 1859. **34.** 138.

[14]) Pogg. Ann. 1855. **95.** 320 auch 1866. **128.** 447. Anzeigen der Münchener Akademie 1855. No. 18. 144.

[15]) Schrauf, Lehrb. d. phys. Mineralogie **1.** 219.

lariskop ist zwar ungleich empfindlicher[2]) als das v. Kobell'sche, entbehrt aber noch immer des gewünschten Grades der genauen Einstellung.

Das 1864 von Wild[16]) bei seinem Polaristrobometer angewendete Savart'sche Polariskop hat bei krystalloptischen Untersuchungen keine Anwendung gefunden.

Das Princip der von Soleil[17]) construirten Quarzdoppelplatte hat E. Bertrand[18]) zur „Bestimmung der Schwingungsrichtung doppelbrechender Krystalle im Mikroskope“ vorgeschlagen.

Bei allen s. g. Halbschattenapparaten ist das Gesichtsfeld in zwei gleiche Hälften getheilt, welche zwischen gekreuzten Nicols ungleich stark verdunkelt sind, in bestimmter Stellung aber eine gleichmässige schwache Beschattung annehmen. Dieser Punkt, der sich scharf treffen lässt, wird zur Einstellung benutzt. Bringt man in den auf gleiche Dunkelheit beider Gesichtsfeldhälften eingestellten Polarisationsapparat unmittelbar unter oder über den Halbschattenapparat eine doppelbrechende Krystalllamelle, so tritt ungleiche Beschattung beider Hälften ein, wenn nicht die Schwingungsrichtungen der Krystalllamelle parallel oder normal zum Hauptschnitt des Polarisator stehen.

Die Halbschattenapparate haben bei den Polaristrobometern und Saccharimetern sehr allgemein anerkannten Vorzug vor den anderen Polariskopen gefunden.

Von den zu diesem Zwecke vorgeschlagenen Halbschattenapparaten[1]), dem Jelett'schen Prisma[19]), dem Cornu'schen Prisma[20]), der Laurent'schen Quarzplatte[21]), dem Zwillingsnicol von Schmidt & Haensch[4]) ist für krystalloptische Untersuchungen nur der Laurent'sche von Laurent selbst empfohlen (ob ausgeführt?) worden.

Dagegen hat Calderon[22]) eine auf demselben Principe wie das Jelett'sche Prisma beruhende, nach ihm später genannte Doppelplatte von Calcit empfohlen und bei den von Fuess angefertigten Instrumenten statt der Brezina'schen Calcitplatte eingeführt. Mit solcher sind die nachstehenden Untersuchungen ausgeführt worden.

„Dieselbe besteht in einem künstlichen Zwilling von Kalkspath, in der Weise hergestellt, dass man ein Rhomboëder nach der kurzen Diagonale durchschneidet, von jeder Hälfte eine keilförmige Partie abschleift und beide dann mit den, alsdann polirten Schliffflächen an einander kittet. Schleift man nunmehr den ein- und ausspringenden Winkel dieses Zwillings ab, so erhält man eine planparallele Platte, halbirt durch die Trennungsebene der beiden Kalkspathstücke, welche vertical gesehen als eine äusserst feine grade Linie erscheint.“

Diese Doppelplatte m befindet sich in horizontaler Lage am unteren Ende der Kappe δ und wird mit Hülfe der Linse ε gesehen. Ihre Trennungsfuge erscheint dann als scharfer Durchmesser des Gesichtsfeldes. Eine darüber angebrachte excentrische Scheibe α mit einem Kranze von 4 bis 10 mm grossen Diaphragmen β verändert die Grösse des Gesichtsfeldes.

16) H. Wild, über ein neues Polaristrobometer, Bern 1865.

17) Compt. rend. 1845. **20.** 1805; 1845. **21.** 426; 1847. **24.** 973.

18) Zeitschr. f. Krystall. u. Min. 1877. **1.** 69.

19) Rapports of the British association 1860. **2.** 13.

20) Bull. soc. chim. 1870. (2). **14.** 140.

21) Comptes rendus 1878. **86.** 662 und 1879. **89.** 665; Dingler's Polyt. Journ. **223.** 608; Beiblätter zu Ann. d. Chem. u. Phys. 1880. **4.** 390.

22) Zeitschr. für Kryst. u. Min. 1877. **2.** 68.

Bei den Stauroskopen mit Halbschattenapparaten wird der Krystall *w* selbst mit Hülfe der Linse *ε* betrachtet; alles seitliche Nebenlicht ist deshalb an und für sich ganz indifferent. Bei Anwendung von Interferenz-Polariskopen ist dagegen durch die undurchsichtige Glasplatte *v*, deren Oeffnung der Krystall *w* völlig bedecken muss, alles den Krystall nicht durchlaufende Nebenlicht abzublenden.

Calderon hat deshalb die Krystallträger *v* von durchsichtigem (undurchbohrtem) Glase vorgeschlagen. Ich ziehe aber auch bei den Halbschatten-Polariskopen die Abblendung alles Nebenlichtes vor und nehme das ganz vom Krystall bedeckte Loch der opaken Glasplatte *v* — also das Gesichtsfeld — 4 bis 5 mm weit.

So beobachtet man nämlich möglichst in senkrecht und parallel einfallendem Lichte; kein helleres Nebenlicht ermüdet das Auge, noch beeinträchtigt es die Empfindlichkeit des Auges in der Beurtheilung der gleichen oder ungleichen Beschattung beider Krystallhälften. Auch ist diese Beurtheilung ungleich sicherer, wenn beide verglichenen Hälften geometrisch congruent und nicht unregelmässige Vielecke eines Krystallbruchstückes sind.

Die zu untersuchenden Krystalle sind ferner selten so gross oder so weithin fehlerfrei, dass ein grösseres Gesichtsfeld als von 4 bis 5 mm Durchmesser genommen werden kann, auch lässt sich ein grösseres weder im Tages- noch im Lampenlichte so gleichförmig und intensiv, wie nöthig ist, bestrahlen. Ein grösseres Gesichtsfeld hat also gar keine Vortheile, sondern nur Nachtheile.

Für die Groth'sche Correction der Stauroskopmessungen[2])[3])[7]) ist wegen der inneren Reflexe der Spiegelglasplatte ein undurchsichtiger Krystallträger *v* bequemer. Die Diaphragmenscheibe *α* über dem Polariskop *m* lässt ferner gar zu leicht Staubtheilchen auf diesen Apparat gelangen, welche, wenn sie gross und zahlreich sind, die Beurtheilung der Beschattung beider Gesichtshälften stören. Es ist deshalb ein Vorzug opaker Krystallträger *v*, dass sie diese Diaphragmenscheibe, welche nur noch zur Bedeckung fehlerhafter und deshalb störender Stellen am Rande der Krystalllamelle verwendet werden könnte, ganz entbehrlich machen.

II. Die Prüfung und Justirung des Stauroskop.

Dieselbe ist bei der vielseitigen Zusammensetzung des Apparates keine einfache, und der Beobachter darf sich darin nicht auf den Verfertiger des Apparates verlassen, obwohl dieser meist mehr Erfahrung und Geschicklichkeit darin erlangt hat; denn zwischen Verfertiger und Beobachter liegt der Transport des Apparates, und der Beobachter hat grösseres Interesse an der Zuverlässigkeit des Apparates als der Verfertiger.

Für manchen Fachgenossen und Mechaniker wird die Angabe, wie ich diese Prüfung vorgenommen habe, um die Genauigkeit der Methode zu untersuchen, zur Beurtheilung meiner Mittheilungen und für seine eigenen Arbeiten willkommen sein[23]).

Folgende Bedingungen sind am Stauroskop zu erfüllen:

1. Der Limbus und Nonius dürfen keine merkbaren Theilungs- und Excentricitäts-Fehler haben;

---

[23]) Die von Liebisch, s. Anm. 4, angegebene Justirung des Stauroskop erstreckt sich nur auf einige Theile des Apparates.

2. die optischen Axen des Collimator- und des Beobachtungs-Rohres müssen eine gerade Linie normal zur Theilkreisebene bilden;
3. die Calderon'sche Platte *m* und der Krystallträger *v* müssen normal zur optischen Axe des Beobachtungsrohres sich befinden;
4. die Trennungsfuge der Calderon'schen Platte muss zusammenfallen mit der Normalebene durch den Mittelpunkt und Nullpunkt des feststehenden Limbus resp. Nonius;
5. die Innenkante der Stahlschiene *u* des Objecttisches γ muss parallel oder normal zu derselben Normalebene sein;
6. der Hauptschnitt des Polarisator muss parallel der Trennungsfuge der Calderon'schen Platte sein;
7. die Hauptschnitte des Polarisator und Analysator müssen normal zu einander stehen.

Nicht justirbar von Seiten des Beobachters sind die Fehler in der Anfertigung der Calderon'schen Platte und der Nicols. Erweisen sich solche, so ist das Instrument unbrauchbar. Bei der Calderon'schen Platte müssen die Winkel zwischen der Trennungsfuge und den Hauptschnitten in beiden Hälften gleich aber entgegengesetzt sein. Von ihrer Grösse — sie betragen nur wenige Grade — hängt die Empfindlichkeit des Apparates ab. Es ist Sache des Optikers, das Maximum der Empfindlichkeit zu ermitteln.

In Folge mangelhafter Construction und Centrirung der Nicols unter einander und zum Polariskop weichen bei den Polaristrobometern und mithin auch bei den Stauroskopen, die Ablesungen in den vier Quadranten oft nicht unerheblich von einander ab. Van den Sande-Bakhuyzen[24]) hat diese Frage theoretisch verfolgt und gezeigt, dass sich diese Fehler beim Mittel aus allen vier Quadranten ganz aufheben. Beim Mittel aus zwei gegenüber liegenden Quadranten findet zwar keine vollständige, aber doch in den meisten Fällen eine hinreichende Compensation der Fehler statt. Die bisher meist nur in einem oder höchstens in zwei benachbarten Quadranten ausgeführten stauroskopischen Bestimmungen können deshalb keinen grossen Werth beanspruchen.

1. Da der Theilkreis von nur 70 mm Durchmesser in Werkstätten hergestellt wird, in denen ungleich grössere Kreistheilungen für Instrumente ausgeführt werden, bei denen es auf viel grössere Genauigkeit der Theilung und Centrirung ankommt, werden die zuerst genannten Bedingungen meist erfüllt sein. Trotzdem ist folgende, selbst für grössere Theilkreise genügende Controle anzurathen. Zur Prüfung der bei einem Nonius[5]) nicht eliminirbaren Excentricität befestigt man auf dem Objecttisch γ ein s. g. Gitter des Physikers, oder eine Spaltlamelle von Gyps mit mehreren sehr feinen und guten Spaltrissen nach P $(\bar{1}11)$, oder ein auf Glas geklebtes Staniolblatt mit feinen parallelen Einschnitten. Durch Drehen des Objecttisches werden die Gitterstäbe bei möglichst grossem Gesichtsfelde mit Hülfe der Linse ε der Trennungsfuge des Halbschattenapparates genau parallel gestellt. Ein Mittel aus 10—20 Einstellungen eliminirt den Fehler der Einzeleinstellungen. Nach Drehung des Objecttisches γ mit unverrücktem Gitter um 180" werden dieselben Linien zur Deckung gebracht und das Mittel aus gleich vielen Einstellungen ge-

[24]) Pogg. Ann. 1872. **145.** 259.

nommen. Differiren beide Mittel genau um 180°, so findet in der zu den Gitterstäben normalen Richtung keine Excentricität statt. Indem man nun das Gitter auf dem Objecttisch nach und nach in immer neue Lagen bringt, prüft man auf gleiche Weise die Excentricität nach allen Richtungen hin. Differiren die Mittel aller diametralen Ablesungen genau um 180", so ist eine Excentricität nicht nachzuweisen.

Zur Prüfung des Theilkreises genügt es, dass man den Nonius in dem ganzen Kreise so herumführt, dass der Nullpunkt des ersteren von Strich zu Strich des letzteren weiter gerückt wird. Deckt dann ein anderer, aber immer derselbe, Theilstrich des Nonius immer gleichzeitig einen Theilstrich des Limbus, so kann man sich mit der Theilung des Limbus vollständig begnügen.

Ob der Nonius in gleiche Theile getheilt ist, kann man nach der von Bauernfeind[25]) angegebenen Methode nicht prüfen, da die dazu nöthige „Uebertheilung" des Nonius fehlt. Man kann deshalb nur nach und nach jeden Strich des Nonius genau einstellen und zusehen, ob die zu beiden Seiten gleich weit von ihm abliegenden Noniusstriche gleiche Differenzen mit den entsprechenden Limbustheilen bilden; eine Untersuchung, welche ein geübtes Auge und eine gute Lupe erfordert.

2. Die vorhin genannte zweite Bedingung wird auch in der Regel durch den Mechaniker befriedigend erfüllt sein, da Collimator- und Beobachtungsrohr auf demselben Dorne montirt sind. Zu ihrer Prüfung schloss ich. beide Rohre oben und unten mit undurchsichtigen Kappen, in deren Drehungsmittelpunkte je eine 1 bis 1,5 mm weite Oeffnung sich befindet. Gelangt bei Abhaltung alles Nebenlichtes von dem Beleuchtungsspiegel S aus durch alle vier in Abständen von ungefähr 160, 50, 140 mm befindlichen Oeffnungen Licht in das Auge, so ist diese Bedingung hinreichend genau erfüllt. Führt man nach Entfernung aller inneren optischen Theile aus beiden Rohren durch diese 4 Oeffnungen ein Haarloth, so muss es bei geeigneter Stellung des Apparates durch alle Oeffnungen frei hängend hindurchgehen. Legt man in dieser Stellung des Apparates die Ebene h des Nonius resp. Limbus ganz frei — was bei den alten, aber nicht bei den neuen Instrumenten von Fuess möglich ist — so kann man durch eine in verschiedener Richtung aufgesetzte, zuverlässige Röhrenlibelle sehen, ob diese Ebene horizontal d. h. normal zur vertical gestellten Axe des Instrumentes sich befindet.

Will man die optischen Theile nicht aus den Rohren entfernen, so kann man diese letztere Prüfung mit der folgenden verbinden, wenn man den planparallelen schwarzen Glasspiegel auch auf die freigelegte Limbus-, resp. Nonius-Ebene h auflegt, nicht bloss auf den Objecttisch γ.

3. Zur Prüfung der dritten Bedingung bedient man sich am besten des „Gauss'schen Oculars[26]), dessen sich Groth für ähnliche Zwecke bedient[27]). Diese Methode setzt aber voraus, dass man — was bei den Fuess'schen Apparaten der Fall ist — das stauroskopische Beobachtungsrohr z durch das Fernrohr zur Beobachtung des Interferenzbildes von Krystalllamellen in convergentem Lichte ersetzen kann, in welchem sich das Gauss'sche Ocular an Stelle des Analysator, und ein Fadenkreuz in der Bildebene des Objectivsystems befinden. Auf den Objecttisch γ legt man

[25]) Elemente der Vermessungskunde 1873. 1. 242.

[26]) Pfaundler-Müller Lehrb. d. Phys. 1879. 2. 155.

[27]) Physikalische Krystallographie 1876. 485.

besser, durch eine Reihe sehr genauer Einstellungen die obigen Gleichungen $x = s + \nu$ und $y = s - \nu$ und durch Subtraction beider den Winkel $\nu = \frac{1}{2}(x-y)$ zu ermitteln. Der Polarisator ist dann um ν nach rechts (im Sinne eines Uhrzeigers) oder nach links zu drehen, je nachdem ν positiv oder negativ ist.

Bei der jetzigen Construction des Apparates ist diese kleine Drehung bis auf eine Minute genau sehr mühsam und nie ganz sicher auszuführen. Trotzdem fand ich an meinem Apparate nach Ausführung dieser Justirung mit Hülfe einer Baryt-Lamelle den Winkel ν nur noch

$\nu = + 0^\circ\, 0{,}90'$	Mittel	aus	50	Einstellungen
$= + 0^\circ\, 1{,}23'$	„	„	50	„
$= + 0^\circ\, 1{,}79'$	„	„	30	„
$= + 0^\circ\, 1{,}84'$	„	„	30	„
$= - 0^\circ\, 1{,}45'$	„	„	20	„
$= - 0^\circ\, 1{,}16'$	„	„	20	„
$\nu = + 0^\circ\, 0{,}52'$	„	„	200	„

Ein hinreichend grosser Limbus am Collimatorrohr g und ein guter Nonius am Polarisatorrohr f würde diese Justirung nicht nur erleichtern und zuverlässiger machen, sondern auch den Anschlagsring f' zur Fixirung der so gefundenen Null- oder Normallage des Polarisator entbehrlich machen.

Nach jeder Drehung des Polarisator hat man den Analysator in gleichem Grade und Sinne zu drehen, um nach Entfernung der Krystalllamelle w beide Hälften des Halbschattenapparates wieder gleich dunkel zu haben.

Auf diese Weise wird die siebente und letzte der obigen Bedingungen am Apparate erfüllt. Die Fixirung des so justirten Analysatorrohres dt an das Rohr z erfolgt durch seinen Theilkreis t oder mittels etwas Wachs.

Die kleinen Schwankungen zwischen + 1,84 und — 1,45 Minuten bei Bestimmung des Winkels ν können wohl als noch nicht durch genügende Repetition eliminirte Beobachtungsfehler gedeutet werden. An anderen Tagen und bei anderen Temperaturen findet man dagegen bei dem ganz unverändert gelassenen Apparate den Werth von ν um mehrere Minuten anders, d. h. die Nullpunkt- oder Normallage des Polarisator unterliegt in ihrer Ursache unbekannten kleinen Schwankungen.

Ganz ähnliche Erscheinungen hat Landolt[1]) bei den Polaristrobometern und Saccharimetern beobachtet, weshalb er empfiehlt, die Nullpunktlage an jedem Beobachtungstage wenigstens einmal neu zu bestimmen. Bei sehr genauen stauroskopischen Untersuchungen empfiehlt es sich deshalb, dasselbe zu thun oder mit anderen Worten die Eliminirung des Fehlers nach der Murmann'schen Methode der doppelten Ablesung zu bewirken. Landolt hält es für wahrscheinlich, dass bei so mannigfaltig zusammengesetzten Apparaten wie Saccharimeter — und das sind auch die Stauroskope — sich die einzelnen optischen und mechanischen Theile in gegenseitiger Spannung befinden, welche im Laufe der Zeit oder durch Temperaturveränderung Schwankungen unterliegt und die Verschiebung der Normallage des Polarisator bewirkt.

beider Rohre gestattet jeder Zeit eine Lösung und Wiederherstellung genau in der alten Lage.

5. Zur Erfüllung der fünften Bedingung befestigt man auf den Krystallträger *v* von Spiegelglas (um das Gesichtsfeld zu vergrössern) eine Spaltlamelle von Gyps mit einigen etwa $^1/_4$ bis $^1/_2$ mm von einander entfernten, äusserst feinen und unter dem Mikroskope als vollkommen in ihrem graden Verlaufe geprüften Spaltrissen nach P ($\bar{1}11$), so dass diese Spalten mit dem Anlege-Rand des Krystallträgers etwa 20—70° bilden, und bringt nach Ausschaltung des Polarisator durch Drehen des Objecttisches γ l die Spaltrisse parallel der Trennungslinie der Calderon'schen Doppelplatte *m*. Zur Eliminirung der Einstellungsfehler wird die Einstellung 10 bis 20 mal wiederholt. Der so ermittelte Winkel zwischen den Spalten und der Linie 0°:180° des Limbus betrage in Folge der vierten Bedingung x Grad. Legt man nun die Gypslamelle mit dem Träger *v* umgekehrt an, so dass die Gypslamelle nach unten zu liegen kommt, aber dieselbe Kante des Krystallträgers *v* an der Stahlschiene *u* anliegt, und wiederholt die obige Einstellung ebenso oft, so bilden im Mittel jetzt die Spaltrisse mit der Linie 0° : 180° des Limbus den Winkel y. Ist $x=y$, so ist die fünfte Bedingung erfüllt. Ist dagegen $x \lesseqgtr y$, so muss mit Hülfe der Correctionsschrauben die Stahlschiene *u* rechts (im Sinne eines Uhrzeigers) oder links um $^1/_2\,(x-y)$ Grad gedacht werden, je nachdem x kleiner oder grösser als y ist.

Es ist bei der jetzigen Construction des Apparates nicht leicht, der Schiene *u* die normale Lage zu geben und diese durch Anziehen der beiden Schrauben zu fixiren. Trotzdem erreichte ich bei einem Objecttische γ die Lage bis auf 0° 0,75', bei einem andern bis auf 0° 0,65' bei 20maliger Wiederholung jeder Einstellung.

6. Die sechste Bedingung wird durch Parallelstellung des Hauptschnittes des Polarisator mit der Normalebene durch den Mittel- und Nullpunkt des Limbus bez. des Nonius nach Augenmaass und gleichzeitiger Drehung des Analysator bis zur gleichen Verdunkelung beider Hälften des Polariskopes im günstigstem Falle nur angenähert erfüllt werden können. Zwischen beiden Ebenen wird immer noch ein Winkel $= \nu$ bleiben.

In Folge dessen ist der am Stauroskope abgelesene Winkel zwischen einer Schwingungsrichtung in dem Krystalle *w* und der angelegten Kante desselben nicht gleich dem wahren Werthe s sondern entweder $s+\nu$ oder $s-\nu$ je nach der Lage des Polarisator bez. des Krystalls.

Nach Murmann und Rotter[14]) [11]) liest man einmal $x = s + \nu$ andermal $y = s - \nu$ ab, wenn man den Winkel zwischen ein und derselben Schwingungsrichtung im Krystalle *w* mit ein und derselben angelegten Kante bestimmt, einmal wenn die Ober-, andermal wenn die Unterseite der Krystalllamelle *w* unter sonst gleichen Umständen im Apparate nach oben liegt, was durch einfache Umkehrung des Krystallträgers *v* mit der darauf befestigten Krystalllamelle *w* sicher zu ermöglichen ist. Die halbe Summe der beiden abgelesenen Winkel $^1/_2\,(x+y) = s$ giebt den wahren gesuchten Winkel s. Diese Methode zur Eliminirung des Winkels ν wird deshalb seitdem allgemein[2])[3]) angewendet[29]).

Diese doppelte Ablesung ist nun aber sehr zeitraubend und die Empfindlichkeit des Halbschattenapparates wächst mit der Abnahme von ν. Es scheint mir deshalb

[29]) Eine 10—20 malige Repetition jeder Einstellung schränkt die Beobachtungsfehler ein.

Winkel von 60° plus der Stärke einer auf der Axe befindlichen Nase ausgespart, sodass die Axe erst um 60° gedreht werden muss, ehe das Triebrad und damit die Kolben folgen. Die eigentliche Steuerungsvorrichtung befindet sich auf dem erst vierkantig gestalteten und dann in eine Schraube auslaufenden hinteren Ende der Axe.

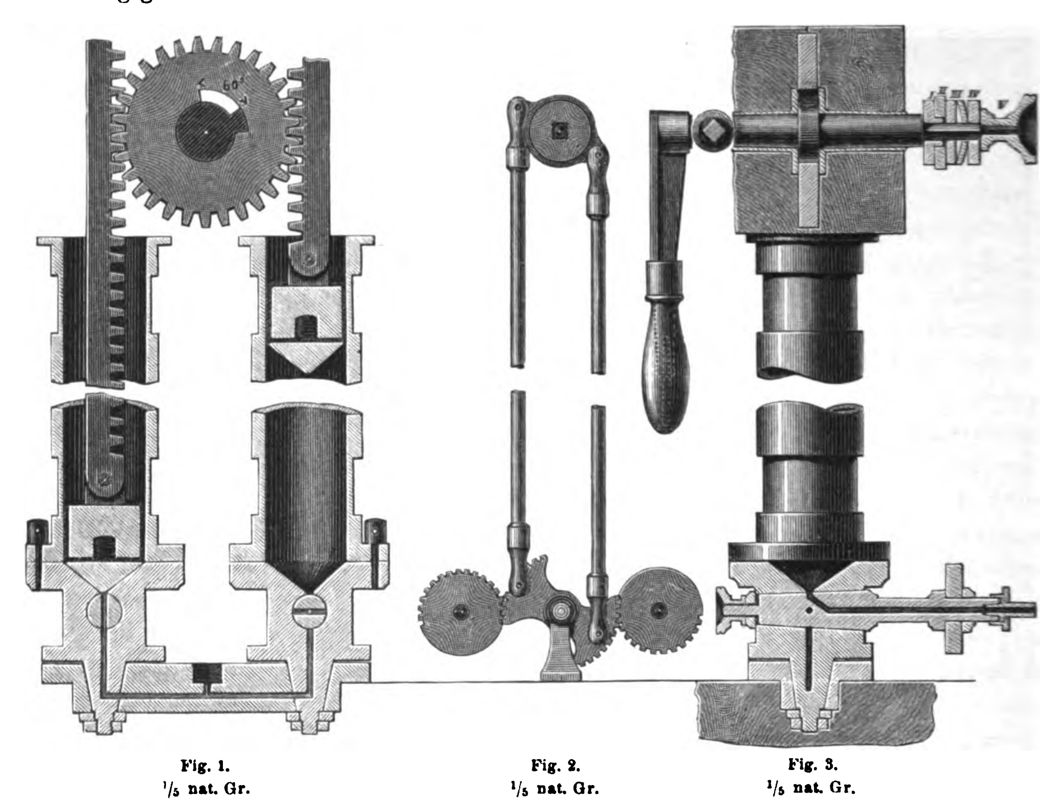


Fig. 1. 1/5 nat. Gr. Fig. 2. 1/5 nat. Gr. Fig. 3. 1/5 nat. Gr.

Zunächst ist auf das Viereck das Lager I fest aufgesteckt, auf welchem das Eisenstück II schleift. Dann folgt, wieder auf das Viereck aufgesteckt, die Platte III. Auf letztere drückt eine von der Platte IV und der Schraube V gegengepresste Feder so kräftig, dass die hierdurch erzeugte Reibung zwischen dem Eisenstück II und seinen Lagern sicher hinreicht, die Hahnfriction zu überwinden. Auf jedem Hahn ist ein Rädchen von Rothguss befestigt, in welches ein Theil eines gezahnten Kreises eingreift, der mit dem Eisenstück II mittels Stangen gekuppelt ist. Die Zähnezahl der Rädchen verhält sich zu der des Kreises wie 2 zu 3, sodass also, wenn das Eisenstück und mit ihm der gezahnte Kreis einen Winkel von 60° beschreiben, die Rädchen 90° zurücklegen. Dieser Winkel von 60° ist nun derjenige, den die Axe zurücklegt, ehe das Triebrad an ihrer Bewegung theilnimmt; die Umsteuerung ist demnach gerade beendigt, wenn sich die Kolben in Bewegung setzen. Während des Niederganges der Kolben wird das Eisenstück II nicht weiter mitgenommen, da der Sector nach Zurücklegung eines 60° umfassenden Weges an sein Lager anstösst und das Gestänge mit dem Eisenstück zum Stillstand bringt. Auf genau dieselbe Weise vollzieht sich die Steuerung beim Rückgang.

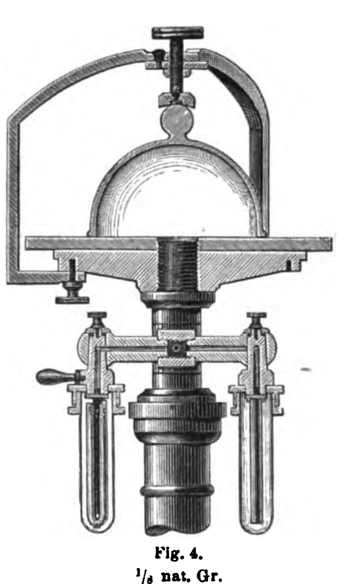
Es ist ersichtlich, wie bedeutende Vortheile eine solche Selbststeuerung bietet, Man kann bei sonst richtiger Handhabung jeden Laien experimentiren lassen; man

kann sogar bei der Arbeit unterbrochen werden, ohne bei Wiederaufnahme des Pumpens Gefahr zu laufen, dass das Experiment missräth, da sich die Hähne jedesmal von selbst richtig stellen, ehe die Kolben ihren Weg beginnen. Für diese Annehmlichkeit kann man wohl in den Kauf nehmen, dass die Pumpe in Folge der ihr durch die Selbststeuerung auferlegten Mehrarbeit um ein Weniges schwerer geht.

Die Rothgussrädchen sind zur Hälfte ihres Umfanges gezahnt, also doppelt so weit als zur Drehung des Hahnes nöthig wäre. Es ist dies geschehen, damit sie zugleich beim Gebrauch der Pumpe als Compressionspumpe benutzt werden können, wofür nur nöthig ist, die Hähne um 90° zu verstellen. Die betreffenden Stellungen der Rädchen, mit denen die Hähne fest verbunden sind, gegen den gezahnten Kreis sind durch Gravirungen der zugehörigen Stellen der Peripherien mit **Ev.** bezw. **Comp.** deutlich gekennzeichnet. Zur Umwandlung in die Compressionspumpe werden die Schrauben der Hähne, oder besser der gezahnte Kreis losgeschraubt, die Rädchen in die neue Stellung eingerückt und der Kreis wieder festgeschraubt.

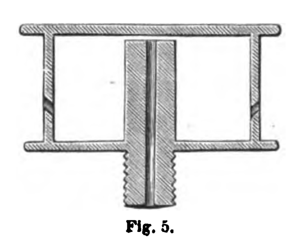
Der Recipient und seine Armatur ist in Fig 4 dargestellt. Barometer und Manometer sind so angeordnet, dass der Arbeitende bequemen Ueberblick über sie hat, also senkrecht zum Verbindungsrohr. Beide sind durch Hähne absperrbar. Um bei plötzlichem Oeffnen derselben ein Ueberschleudern von Quecksilber in das Innere der Pumpe zu verhindern, sind auf die Gewinde, welche sich in die Hahnkörper derselben schrauben, Scheiben aufgeschraubt, die an ihrer Anlegefläche an den Hahnkörper kleine radiale Rinnen tragen, durch welche die Luft entweichen kann.

Die starke Rothgussunterlage des Tellers ist mit Rippen verstärkt, in deren cylindrische Ausläufe die Schrauben für die Compressionssicherung geschraubt sind. Alles Uebrige, die Sicherung betreffend, ist aus der Zeichnung zur Genüge zu ersehen.


Fig. 4.
$^1/_8$ nat. Gr.

Damit der Recipient leicht mit beliebigen Gasen gefüllt werden kann — ein Erforderniss, welchem trotz des dafür oft vorhandenen Bedürfnisses anderwärts nur selten genügt ist — ist in den Recipiententräger noch ein Hahn mit Schlauchansatz eingeschaltet.

Zum Schutze der Pumpe gegen vom Recipienten her eindringendes Wasser oder Quecksilber ist auf den Teller eine Eisenkapsel von der in Fig 5 dargestellten Form aufgeschraubt. Bis nahe an die Decke der Kapsel geht ein massives Stück Rundeisen, dessen Durchbohrung die Communication zwischen Pumpe und Recipient vermittelt. Der cylindrische Mantel der Kapsel ist mit einer Reihe schräg nach unten gehender, über die Peripherie gleichmässig vertheilter Löcher versehen. Etwa hindurchschlagendes Quecksilber wird sich also auf dem Boden der Kapsel sammeln, ohne in die Pumpe eindringen zu können.


Fig. 5.

Die ganze Pumpe ruht mit ihrem Untergestell auf vier Rollen, welche wiederum durch vier Schrauben vom Erdboden abgehoben werden können.

[illegible] der Pumpe anlangt, so geht die erreichbare Verdünnung [illegible] bei der Kleinheit des schädlichen Raumes nicht Wunder nehmen [illegible] im Hochsommer und unter Zimmertemperatur vorgenommenen [illegible] wurde ein beträchtliches Wasserquantum bei blosser Anwendung [illegible] nicht rauchender Schwefelsäure in 30 Zügen zum Gefrieren ge-[illegible] das Auditorium sehr besetzt und die Pumpe von Studirenden dicht [illegible] Die Stiefel der benutzten Pumpe hatten einen lichten Durchmesser [illegible] Teller einen solchen von 320 mm.

[illegible] möchte ich noch einer der Pumpe auf Wunsch beigegebenen Einrichtung zur Vorführung des „Quecksilberregens" Erwähnung [illegible]. Für dieses Experiment sind meist recht unpraktische und die Pumpe mehr oder weniger gefährdende Apparate in Gebrauch. Der meinige ist folgendermassen hergestellt. Eine ziemlich grosse Flasche mit weitem Halse (s. Fig. 6) ist oben ebengeschliffen; in den Hals wird der mit einem geeigneten Wulst versehene Holzbehälter für das Quecksilber, auf welchen ein planer Eisenring gekittet ist, [illegible] und mit etwas Fett auf die plane Fläche des Randes auf-[illegible]. Der Boden der Flasche ist durchbohrt und dann auf ein [illegible] dem Boden passend nachgeformtes Messingstück gekittet, nachdem vorher in dasselbe ein durchbohrtes Stück Rundeisen eingeschraubt worden, welches oben eine aufgeschraubte eiserne Kugel trägt. An [illegible] das auffallende Quecksilber zur Seite prallen; in ihrer unteren [illegible] die Luftöffnungen. In das Messingstück ist unten der Hahn [illegible] direct auf die Pumpe passt und auch an anderen Apparaten [illegible]

Kleinere Mittheilungen.

[illegible] Quecksilber-Maximum- und Minimum-Thermometer.[1]

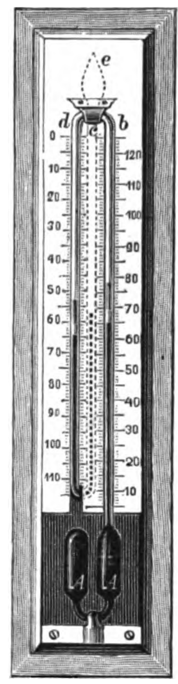
[illegible] Figur in $^1/_4$ nat. Gr. dargestellte Thermometer hat den Zweck, [illegible] wie das Minimum der Temperaturen durch unmittelbare Einwirkung [illegible] auf einen Stahlstift zu registriren. Das Quecksilbergefäss besteht aus zwei [illegible] A A, das Rohr aus den drei Schenkeln b, c und d. Hinter b befindet [illegible] zum Ablesen der Maximum-Temperatur, hinter d eine solche für die Mini-[illegible]. Die Wandungen der Behälter A sind äusserst dünn, während das sie ver-[illegible] gehalten ist, da es zugleich zur Befestigung für den unteren Theil [illegible]. Der Durchmesser der Querschnitte der Behälter A beträgt etwa [illegible] Instrument sehr empfindlich ist. Das Capillarrohr ist mehr als 75 cm [illegible] gebogen, dass drei parallele Schenkel b, c, d von nahezu gleicher [illegible]. Wie schon erwähnt, dienen b und d zur Ablesung der Maximum- resp. [illegible] während c, das in einer Erweiterung e endet, als Compensations- und [illegible] Wirksamkeit des Instruments wirkt.

[illegible] Zimmertemperatur reicht die aus den Gefässen A aufsteigende Quecksilber-[illegible] bis zu einem Viertel der Schenkellänge; hier trifft sie auf eine Alko-

[1] [illegible] Wilson, 12 Wilson Str. London. W. C.

holfüllung, die den oberen Theil der Schenkel *b* und *d* ausfüllt; in dem unteren Theil sowohl des Schenkels *d* als des Compensationsrohres *c* befindet sich wiederum Quecksilber, während den oberen Theil von *c* und einen Theil der Erweiterung *e* Alkohol ausfüllt.

Das Maximum der Temperatur wird angezeigt durch die Höhe, bis zu welcher das Quecksilber im Schenkel *b* einen gewöhnlichen Stahlindicator hebt, das Minimum der Temperatur in gleicher Weise durch die Höhe des Stahlindicators im Schenkel *d*.



¼ nat. Gr.

Das besonders Charakteristische dieses Thermometers ist die Anwendung des Compensationsschenkels, wodurch jeder der beiden Schenkel *b* und *d* für sich gezwungen ist, vollständig correct zu wirken. Dass dies wirklich geschieht, beweist folgendes einfache Experiment: Taucht man nur die beiden Gefässe *A* in Wasser von etwa 50° C., so werden die Angaben der Indicatoren in den beiden Schenkeln *b* und *d* um etwa 3,5° von einander differiren. Wird aber hierauf das Thermometer in seinem ganzen Umfange in die Flüssigkeit eingesenkt, so tritt sofort der Compensationsschenkel in Wirksamkeit und beide Schenkel zeigen genau die gleiche Temperatur an.

Das Quecksilber in den beiden miteinander communicirenden Schenkeln *c*, *d* dient in Verbindung mit dem Gefäss *e*, dessen oberer Theil mit Luft gefüllt ist, dazu, die verschiedenen Flüssigkeitssäulen in stetem Gleichgewicht zu erhalten. Wenn das ganze Instrument erwärmt wird, so expandirt das Quecksilber in *A*, steigt in *b* an und drängt vermittels des im oberen Theil von *b* und *d* befindlichen Alkohols einen Theil des Quecksilbers aus *d* in *c* hinein, wodurch der Druck in *e* vergrössert wird; sobald hierauf die Temperatur sinkt, sucht das Quecksilber wieder sein ursprüngliches Niveau einzunehmen und wird hierin durch den Druck in *e* unterstützt.

Herr Whipple von dem Kgl. Observatorium in Kew hat das Instrument einer sorgfältigen Prüfung unterworfen. Er meint: „Seine Wirksamkeit ist im höchsten Grade zufriedenstellend; beide Schenkel zeigen die Temperaturen, denen das Instrument ausgesetzt ist, mit grosser Genauigkeit an. Die Anwendung eines Gegendruckschenkels scheint seinem Zwecke vollständig zu entsprechen. Das Instrument setzt die Meteorologen in den Stand, niedrige Temperaturen mit grösserer Sicherheit und Genauigkeit zu registriren, als dies in Folge der Flüchtigkeit des Alkohols und der langsameren Wirksamkeit desselben, bei einem gewöhnlichen Six-Thermometer oder dem Alkohol-Minimum-Thermometer von Rutherford möglich ist. Die besonders grosse Oberfläche, welche dem Quecksilbergefäss gegeben ist, bewirkt, dass das Instrument Temperaturänderungen fast mit derselben Schnelligkeit anzeigt, wie ein gewöhnliches Normalthermometer." *Re.*

Eine Verbesserung an Spectralapparaten.

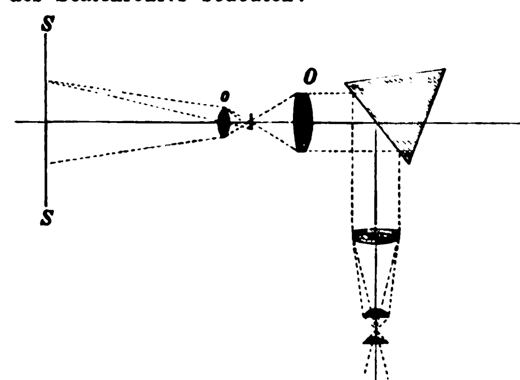
Die photographirten Scalen der Spectral-Apparate haben den Nachtheil, dass ihre Theilstriche zu breit und an den Rändern verschwommen sind; auch ist der Raum zwischen, über und unter den Linien zu hell erleuchtet, wodurch die Beobachtung der Spectrallinien erschwert wird.

Nachfolgend beschriebene Einrichtung vermeidet diese Uebelstände.

Eine Glasplatte wird mit einer dünnen, aber vollständig undurchsichtigen Firnissschicht überzogen und hierauf mit Theilung und Bezifferung versehen. (Bei Anwendung geeigneten Lackes lassen sich die Linien sehr rein darstellen.)

Anstatt nun diese Scala selbst in den Brennpunkt der Objectivlinse des Scalenrohres zu bringen, entwirft man deren verkleinertes Bild an dieser Stelle, etwa in der Weise, wie

beigezeichnetes Schema zeigt, wo S die Glasscala, o eine biconvexe Linse und O das Objectiv des Scalenrohres bedeuten.



Die auf diese Weise im Gesichtsfelde des Fernrohres gesehenen Theilstriche erscheinen vollkommen scharf auf schwarzem Grunde. Ein weiterer Vortheil besteht darin, dass der Werth eines Scalentheiles innerhalb gewisser Grenzen beliebig geändert werden kann, was dadurch zu erreichen, dass die Glasscala dem Objective mehr genähert oder von demselben entfernt wird. Selbstredend muss hierbei die Stellung der Linse o ebenfalls geändert werden.

F. Miller in Innsbruck.

Neu erschienene Bücher.

Die Fundamental-Eigenschaften der dioptrischen Instrumente. Von Dr. Galileo Ferraris. Autorisirte Deutsche Ausgabe von F. Lippich. Leipzig 1879. Verlag von Quandt & Haendel. M. 5,20. 221 S.

Das vorstehend benannte Buch hat vielfältige nahe Beziehungen zu denjenigen wissenschaftlichen Interessen, welche in dieser Zeitschrift Vertretung finden. Es wird deshalb gerechtfertigt erscheinen, dass desselben, obwohl es jetzt nicht mehr zu den Novitäten zählt, an dieser Stelle noch gebührende Erwähnung geschehe.

Der Verf. giebt im ersten Theil der Schrift mit Hülfe elementarer geometrischer Methoden eine vollständige und strenge Entwickelung der Gesetze, welche die Abbildungswirkungen durch Systeme centrischer Kugelflächen beherrschen, soweit die bekannte Beschränkung auf Strahlen von geringer Neigung zur Axe festgehalten wird. Ausgehend von den Wirkungen einer einzelnen brechenden Fläche, zeigt er, in welcher Weise die hier nachgewiesene Gesetzmässigkeit in der Lage und Grösse der Bilder fortbesteht für ein beliebig zusammengesetztes System und gelangt auf diesem Wege zu den sämmtlichen Lehrsätzen der von Gauss aufgestellten Theorie. Seine Entwickelung bietet eine durchaus erschöpfende Darstellung dieser Theorie einschliesslich der verschiedenen Ergänzungen, welche spätere Bearbeiter ihr hinzugefügt haben. Für das letztere liefert ein Anhang des Uebersetzers noch einen weiteren Beitrag.

Die Behandlung des Gegenstandes hält sich im Wesentlichen innerhalb des Rahmens, den die von Gauss gewählte Bestimmungsweise optischer Systeme durch Haupt- und Brennebenen verzeichnet; der singulären Form der Abbildungswirkung bei den sogen. teleskopischen Systemen wird eine eingehende Discussion zu Theil.

In Bezug auf die Methode der Entwickelung hat der Verf. in glücklichster Weise fortgebaut auf den Grundlagen, welche durch die Arbeiten von Maxwell, Neumann, Töpler u. A. gegeben waren. Seine Deduction schreitet in äusserst einfachen geometrischen Betrachtungen fort, welche, ohne der Strenge der Beweisführung das Geringste zu vergeben, volles Verständniss auch bei den elementarsten mathematischen Kenntnissen eröffnen. Der besondere Vorzug aber, der dem Original nachgerühmt wird — die ausgezeichnet klare und durchsichtige Darstellung — darf, Dank der geschickten Uebertragung, auch der deutschen Ausgabe zugesprochen werden.

Alles dieses gilt in gleicher Weise auch für den zweiten (dem Umfange nach weit überwiegenden) Theil des Buches, in welchem der Verf. die Anwendung der allgemeinen Theorie auf die optischen Instrumente behandelt. In diesem werden der Reihe nach der optische

Apparat des Auges, die Linsen und Linsencombinationen, welche die Bestandtheile der optischen Instrumente bilden, endlich diese selbst — namentlich Fernrohr und Mikroskop — unter den Gesichtspunkten der allgemeinen Theorie discutirt. In dem hier gebotenen Versuch, die Lehrsätze der letzteren herabzuführen zu den concreten Formen der optischen Systeme und dadurch die Theorie einem gründlicheren Verständniss dieser dienstbar zu machen, besteht ein besonderes Verdienst des Buches. Denn der Mangel einer solchen Vermittelung in den meisten bisherigen Darstellungen ist — wie die Vorrede mit Recht geltend macht — der Grund, wesshalb die durch die „dioptrischen Untersuchungen“ eröffneten neuen Einsichten bis jetzt nur einen verhältnissmässig geringen Einfluss auf die eigentliche Theorie der Instrumente gewonnen haben.

Der Verf. bietet in dieser Richtung vielfältige Belehrung dar. Manche von seinen Darlegungen — beispielsweise ein Theil der Erörterungen, welche an den Ocularkreis anknüpfen — sind durchaus geeignet, das richtige Verständniss der Wirkungsweise concreter Linsensysteme wesentlich zu fördern. Wenn Ref. trotzdem die Meinung ausspricht, dass der Versuch des Verf. nicht in allen Stücken befriedigt und den Ansprüchen an eine gründlichere Theorie der Instrumente noch keineswegs gerecht wird, so soll dieses durchaus keinen Tadel gegen das Buch bedeuten, sondern nur hinweisen auf gewisse Lücken, welche überhaupt die wissenschaftliche Behandlung des Gegenstandes noch gelassen hat. Viele zum Verständniss der Wirkungen concreter Systeme wesentliche Punkte lassen eine befriedigende Erledigung nicht zu ohne eine besondere Ergänzung der Theorie durch eine methodische Discussion der Umstände, welche die thatsächliche Begrenzung des Lichtdurchtrittes in den Linsensystemen herbeiführt; und sie erfordern ausserdem noch eine Klarstellung des Verhältnisses der allgemeinen Abbildungsgesetze zur Wirkung solcher Systeme, bei welchen die Beschränkung auf Strahlen von geringer Neigung ausdrücklich aufgehoben werden muss, sobald von wirklichen Instrumenten die Rede sein soll. So lange beide Mittelglieder für die Anwendung der Gauss-schen Theorie fehlen, wird es unvermeidlich sein, dass diese Anwendung zu Sätzen führt, welche — wie z. B. die Aufstellung des Verf. über das Mikroskop auf S. 167 — als Schlussfolgerungen aus den gemachten Voraussetzungen zwar richtig, für die wirklichen Instrumente aber völlig bedeutungslos und in der Anwendung auf solche irreleitend sind.

Solchen, welche die Lehrsätze der Dioptrik praktisch anzuwenden Gelegenheit haben, wird es sehr willkommen sein, dass der Verf. auch die experimentelle Bestimmung der Constanten optischer Systeme in den Kreis seiner Betrachtung zieht und einfache Methoden angiebt, welche wenigstens für die gewöhnlichen Zwecke bei solchen Bestimmungen ausreichend sind. — Was dagegen, nach Ansicht des Ref., hätte hinweg bleiben können, ohne dem Nutzen des Buches Abbruch zu thun, sind die überall gegebenen Anweisungen zur graphischen Lösung der Aufgaben, auf welche die Theorie führt. Soweit die betreffenden Constructionen — wie es fast immer der Fall ist — nicht sowohl dem Verständniss der Theorie als vielmehr deren praktischer Anwendung dienen sollen, werden sie schwerlich Jemandem Vortheil bringen. Derjenige, dem es nur um die theoretische Belehrung zu thun ist, wird an den mechanischen Uebungen wenig Gefallen finden; und solche, welche wirklich in den Fall kommen, die Constanten eines Linsensystems aus den gegebenen Elementen ableiten zu sollen, müssen doch alsbald inne werden, dass sie mit dem vierten Theil der Zeit dasselbe erreichen, wenn sie statt des Reissbrettes eine kleine vierstellige Logarithmentafel und etwa noch ein entsprechendes Reciprokentäfelchen zur Hand nehmen.

Nach dem Gesagten darf aber die deutsche Bearbeitung der genannten Schrift als eine dankenswerthe Bereicherung unserer wissenschaftlichen Litteratur bezeichnet und ihr Studium Allen angelegentlich empfohlen werden, denen eine gründliche Orientirung in den Lehren der Dioptrik von Werth sein kann. *E. Abbe.*

Bericht über die wissenschaftlichen Apparate auf der Londoner internationalen Ausstellung im Jahre 1876, herausgegeben son A. W. Hofmann. Zweite Abtheilung. Braunschweig, Vieweg u. Sohn.

Der erste Theil dieses Berichtes ist Anfang 1878, der zweite etwa drei Jahre später erschienen. Die — durch mancherlei Ursachen — verzögerte Publication mag der Grund sein, wesshalb in vielen interessirten Kreisen der zweite Band bis jetzt nicht diejenige Verbreitung zu finden scheint, die er verdient. Allerdings ist ein Theil der hier beschriebenen und im Jahre 1876 zuerst bekannt gewordenen Apparate mittlerweile auf anderem Wege zur Kenntniss auch des weiteren Fachpublikums gelangt, es findet sich aber, wenigstens auf einigen Gebieten, eine so reiche Auswahl von Neuconstructionen, dass auch dieser Band noch für längere Zeit eine werthvolle Fundgrube für alle Interessenten der Instrumentenkunde bleiben wird. Sehr gern folge ich desshalb einer aus Mechanikerkreisen an mich ergangenen Aufforderung, einige der wichtigsten Neuerungen auch aus dieser zweiten Abtheilung des Londoner Berichtes in ähnlicher Weise hier vorzuführen, wie es in den ersten Heften dieser Zeitschrift mit den auf der Berliner Gewerbeausstellung vorhandenen wissenschaftlichen Instrumenten geschehen ist.

Der erste Bericht rührt von Prof. Kundt her und behandelt Apparate für Wärmelehre. Ausführlicher besprochen werden Gasbrenner und Gasöfen mit Vorwärmung des Gases und der Luft sowie mit möglichster Ausnutzung der Wärme der Verbrennungsgase. Solche Brenner und Oefen waren vor fünf Jahren noch ziemlich neu; sie haben mittlerweile eine so allgemeine Verbreitung gewonnen, dass wir heute auf ihre Construction hier nicht näher einzugehen brauchen. Ich begnüge mich, aus diesem Bericht einen eben so einfachen wie instructiven Unterrichtsapparat hervorzuheben, den nach Angabe des Prof. Jolly von Berberich in München ausgeführten Gefrierapparat, der im Wesentlichen nur eine vereinfachte Nachbildung der Carré'schen Eismaschine darstellt. Auf einem Holzgestell ruht ein aus zwei durch ein weites horizontal gerichtetes Rohr mit einander verbundenen Hohlkugeln bestehendes Glasgefäss. Von den höchstliegenden Punkten der beiden Kugeln gehen Rohransätze ab, deren einer mit einer Flasche, in der Wasser gefrieren soll, deren anderer mit einer Luftpumpe verbunden wird. Man giesst in das Gefäss soviel concentrirte Schwefelsäure, dass mehr als die Hälfte der Kugeln und zugleich der grössere Theil des weiten Verbindungsrohres damit angefüllt werden und pumpt hierauf schnell aus; das Wasser gefriert dann in einigen Minuten.

Aus dem Bericht des Prof. Paalzow über Apparate für Magnetismus und Elektricität ist wiederum ein für Demonstrationszwecke recht brauchbarer, von Clement in Halle ausgeführter Apparat zu nennen. Die beiden Pole eines permanenten Hufeisenmagneten sind nach oben gerichtet und mit an den Rändern eigenthümlich curvenmässig gestalteten Eisenplatten versehen. Auf diesen Rändern kann sich eine eiserne Axe bewegen, auf welche ein messingnes Schwungrad aufgesteckt ist. Da nun die Axe von den Scheiteln der Platten, als den neuen Polen der Combination, angezogen wird, so führt sie, wenn ihr ein Anstoss zur Drehung gegeben wird, ohne herunter zu fallen langsame Schwingungen aus, indem sie sich über die Scheitel hinweg hin und her wälzt. Das auf den ersten Blick Ueberraschende hieran ist, das die Bewegung im Widerspruch mit der Richtung der Schwerkraft steht.

Der an Umfang und wohl auch an Inhalt reichste aller in diesem Werke enthaltenen Berichte rührt von Prof. Neumayer und Dr. Paul Schreiber her; er behandelt die Apparate für Meteorologie und Hydrographie. Prof. Neumayer bespricht im ersten bezw. im dritten Abschnitt dieses Berichts die meteorologischen Instrumente zur directen Beobachtung und Ablesung bezw. die hydrographischen Instrumente, Modelle und Apparate; Dr. Schreiber berichtet im zweiten Abschnitt über die meteorologischen Registrirapparate. Der erste Abschnitt enthält neben der Beschreibung einer Anzahl sehr brauchbarer Barometerconstructionen Mittheilungen über einige auch in den Specialfachkreisen noch wenig bekannte Thermometer.



Wir heben die Quecksilberminimumthermometer von Negretti & Zambra und die ursprünglich von denselben Fabrikanten herrührenden Umfallthermometer hervor. Bei den ersteren ist der Thermometerröhre in der Nähe des Gefässes ein kurzer, nach diesem hin gerichteter hakenförmiger Ansatz gegeben, in den ein kleiner Platinstift eingelegt ist. Die Wirksamkeit des Instruments beruht darauf, dass die Quecksilbersäule, nachdem sie einmal mit dem Platinstift in Berührung getreten ist, in Folge der Affinität des Quecksilbers zum Platin bei jeder Ausdehnung sich ausschliesslich in das Ansatzrohr hineinzieht, in der Hauptröhre aber nicht wieder ansteigt. Während indessen die Brauchbarkeit dieser Minimumthermometer sehr bezweifelt wird, hat die andere vorerwähnte Neuerung, das Umfallthermometer, sich mittlerweile allseitige Anerkennung errungen und wird übrigens auch in Deutschland schon hergestellt. Es ist anfänglich construirt worden für Tiefseebeobachtungen, findet aber auch zur selbstthätigen Registrirung der zu irgend einer vorausbestimmten Zeit stattfindenden Temperatur vortheilhafte Verwendung. Die Capillarröhre dieser Thermometer ist ∩-förmig gebogen, so dass das freie Rohrende wieder neben dem Quecksilbergefäss zu liegen kommt. An der Umbiegung ist das Rohr erweitert, während in demselben nicht viel oberhalb des Gefässes ein Glaspfropfen angebracht ist. Das ganze Instrument ist in eine auch die Scale tragende Metallplatte eingelassen, welche um eine durch ihren Mittelpunkt hindurchgehende horizontale Axe drehbar ist. So lange die Platte und das Thermometer vertical hängen, also das Gefäss nach unten gerichtet ist, fungirt das Instrument wie jedes andere Quecksilberthermometer. Sobald aber die Platte plötzlich in Drehung versetzt und so weit gedreht wird, dass die Thermometerröhren aus der Verticalen bis über die Horizontale hinweg bewegt werden, reisst der Quecksilberfaden an dem Glaspfropfen ab und die ganze Menge des oberhalb des letzteren befindlichen Quecksilbers sammelt sich in der Erweiterung der Röhre an und fällt von hier, sobald die Drehung 180° überschritten hat, in das freie Ende der Capillare. An diesem ist eine empirisch getheilte Scale angelegt; welche die zur Zeit des Beginns der Drehung stattgehabte Temperatur erkennen lässt. Bei Tiefseethermometern dieser Art wird die Drehung bewirkt durch eine beim Auffallen auf den Grund freiwerdende Auslösung; wenn solche Instrumente zur Registrirung der zu gewissen Zeiten stattfindenden Temperaturen benutzt werden sollen, ist die Auslösung durch eine Uhr zu bewirken.

(Fortsetzung folgt.)

L. Loewenherz.

Journal- und Patentlitteratur.

Galvanometer mit Winkelabweichungen proportional den Stromintensitäten.

Von A. Gaiffe. Comptes rendus, T. 93. No. 15. 1881.

Durch eine geeignete Form der Multiplicator-Einrichtung ist es Verf. gelungen, die Winkelabweichungen der Magnetnadel bei einfachen Galvanometern proportional der Stromintensität zu machen. Die Theilung des Instrumentes, welches er der Akademie zu Paris präsentirt hat, umfasst zwei Winkel von ca. 35°, welche nach jeder Seite der Null hin 35 Milliweber entsprechen. Die Genauigkeit des Instrumentes ist eine ganz beträchtliche und für die meisten elektrischen Messungen ausreichende, da derselbe nach Angabe des Verf. noch Aenderungen der Stromintensität von 0,02 Milliweber anzeigen soll. Diese Verbesserung des Galvanometers ist hiernach eine ganz vortheilhafte zu nennen, besonders da sie es ermöglicht, jedes gewöhnliche Galvanometer in ein Messinstrument mit directer Ablesung zu verwandeln. *R.*

Methoden der Theilung des elektrischen Lichts.

Von M. Avenarius. Carl's Repertorium für Experimentalphysik. Bd. 17. S. 554.

Unter obigem Titel giebt Verf. den Plan für Regulatoren, bei deren Anwendung vielen in eine Leitung eingeschalteten oder davon abgezweigten elektrischen Lampen die für jede derselben erforderliche Elektricitätsmenge zugeführt werden soll. Er erreicht dies durch sogenannte Polarisatoren, Apparate, in welchen die Elektricität zwischen zwei durch flüssiges Natronglas



getrennte Kohlenplatten übergeht. Diese Apparate wirken einestheils durch die Polarisation der Plattenpaare der elektromotorischen Kraft der dynamoelektrischen Maschine entgegen; anderntheils schwächen sie den Strom durch den Widerstand der Flüssigkeit. Da nun die Stromesintensität gleichzeitig von der elektromotorischen Kraft der Kette und von dem Widerstande der Leitung abhängig ist und da man jede dieser beiden Wirkungen für die einzelnen Lampen vielfältig abändern kann, so lässt sich die Intensität des Stromes in den verschiedenen Zweigen der Leitung nach Belieben reguliren.

Dass dabei die Lampen von einander unabhängig sind, weist der Verfasser bei zwei verschiedenen Anordnungen nach; doch ist diese Unabhängigkeit keine absolute, sondern etwa eine solche, wie zwischen den verschiedenen Gasflammen desselben Complexes. Jede Lampe wird mithin gut oder schlecht brennen je nach ihren Eigenschaften und nichts mehr. In dieselbe Kette können Brenner verschiedener Systeme und verschiedener Leuchtkraft eingeführt werden. Es lässt sich die Leuchtkraft einer jeden Lampe durch Aenderung der Polarisation oder des Widerstands in gewissen Grenzen verstärken und schwächen, ohne auf den Gang der übrigen störend einzuwirken. Es lässt sich statt einer starken Flamme eine Reihe von schwächeren einschalten; nur ist dabei eine Mehrheit von Volta'schen Bögen zu vermeiden, da die starke Polarisation, welche diese mit sich bringen, der elektromotorischen Kraft der Maschine allzusehr entgegenwirkt.

Die anzuwendenden Ströme müssen alternirende sein. Denn bei constanter Richtung würde die zwischen den Kohlenplatten stattfindende Elektrolyse des Natronglases einen nicht unbedeutenden Theil der Stromesintensität absorbiren, was sich bei alternirenden Strömen sofort wieder ausgleicht.

Der Verfasser verspricht, in einiger Zeit auch die allgemeineren Methoden der Anwendung der Polarisatoren zu veröffentlichen. *Z.*

Photophon ohne Batterie.

Von S. Kalischer. Carl's Repertorium für Experimentalphysik. Bd. 17. S. 563.

Bekanntlich ist der wesentlichste Theil des Bell'schen Photophons eine Selenzelle, welche, von einem elektrischen Strome durchflossen, demselben bald stärkeren, bald schwächeren Widerstand entgegensetzt, je nachdem sie sich im Dunklen befindet oder von einem Lichtstrahl getroffen wird. Nach Adams und Day producirt aber das Selen während der Einwirkung des Lichts auch seinerseits einen elektrischen Strom, den die Galvanometernadel angiebt. Verf. erweist nun, dass dieser Strom auch auf das Telephon eine deutliche Wirkung ausübt und es also auch möglich ist, ein Photophon ohne Hülfsbatterie herzustellen.

Er liess eine durchlöcherte Pappscheibe in der Art rotiren, dass die durch einen Heliostaten reflectirten und durch eine Linse zu einem Focus concentrirten Sonnenstrahlen bald durch die Löcher hindurch auf die Selenzelle fielen, bald von der Pappscheibe aufgefangen wurden. Unter diesen Umständen wurde in dem Siemens'schen Telephon ein zwar nicht sehr starker, aber doch deutlicher Ton gehört, anwachsend mit der Intensität des Lichts, höher gehend bei vermehrter Rotationsgeschwindigkeit.

Der Vermuthung, dass es sich hier um Thermoströme handeln könnte, begegnet der Verfasser durch Versuche mit Schirmen, die er in den Weg der Strahlen einschaltet. Wasser und Alaun, welche die ultrarothen Strahlen stark absorbiren, schwächen die Wirkung der Sonnenstrahlen nicht merklich; dagegen unterbricht sie vollständig eine Lösung von Jod in Schwefelkohlenstoff, welche die ultrarothen Strahlen fast ungeschwächt passiren lässt. Diese also, welche die grösste Wärmewirkung hervorbringen, sind nicht die Ursachen der Ströme, vielmehr scheint das Maximum der Wirkung dem violetten Ende des Spectrums nahe zu liegen.

Es kann somit kaum irgend einem Zweifel unterliegen, dass die sichtbaren Lichtstrahlen eine elektromotorische Kraft im Selen erregen und dass wir es hier in Wirklichkeit mit photoelektrischen Strömen zu thun haben. Diese Ströme sind von Adams und Day sogar schon bei Einwirkung einer Kerzenflamme beobachtet worden, was dem Verfasser bisher nicht gelungen ist.

An der Selenzelle des Verfassers, welche von Lorenz in Chemnitz bezogen war, zeigten sich nur einige Punkte besonders elektromotorisch, die anderen nicht. Auch diese nahmen schliesslich an Empfindlichkeit ab. In einer Nachschrift wird mitgetheilt, dass die Töne jetzt ausserordentlich schwach geworden seien; zugleich aber auch, dass eine Verminderung des Leitungswiderstands der Zelle eingetreten sei. Der Verfasser erblickt darin eine Bestätigung seiner Vermuthung,



durch die er sich auch die Entstehung der Ströme erklärt — dass das Selenpräparat nicht homogen sei, sondern aus Modificationen von verschiedener Lichtempfindlichkeit bestehe, welche allmählich in einander überzugehen scheinen. Der Verfasser wird seine Untersuchungen darüber fortsetzen. *Z.*

Ueber die magnetischen Metalle.

Von Gaiffe. Compt. rend. 1881. T. 93. S. 461.

Gaiffe hat der Pariser Akademie Magnete aus Nickel und aus Kobalt vorgelegt, hat jedoch seine Untersuchungen über die günstigsten Bedingungen für die Magnetisirung dieser Metalle, welche er auf galvanoplastischem Wege chemisch rein erhalten hat, noch weiter fortgesetzt. Er findet, dass Glühen und Hämmern die Magnetisirung sehr begünstigen, so dass die geglühten Metalle etwa die doppelte, die ausserdem noch gehämmerten etwa die dreifache Ablenkung des Magnetometers hervorbringen wie die nicht gehämmerten und nicht geglühten. Die von ihm aufgestellte Ansicht, dass es dabei vorzugsweise auf die Austreibung der kleinen Quantität Wasserstoff ankomme, der ursprünglich mit den Metallen verbunden sei, und der die Coercitivkraft derselben beeinträchtigte, ist vorläufig durchaus hypothetisch, und auch die Beobachtung, dass einige Stücke Kobalt sich nach zwei Jahre langem Liegen besser magnetisiren als vorher, kann sie nicht feststellen. *Z.*

Gaslampe zur Erzeugung hoher Temperaturen ohne Gebläse, für Steinkohlengas und Fettgas.

Von Dr. Rob. Muencke in Berlin. D. R. P. No. 15407.

Um eine vollständige Verbrennung des Gases in den Bunsen'schen Gaslampen und eine dadurch bedingte höhere, gleichmässig in der monochromatischen Flamme vertheilten Temperatur herbeizuführen, ist es nicht nur erforderlich, die Menge der zuzuführenden Luft zu vergrössern, sondern auch die Art und Weise der Zuführung zu berücksichtigen. Ein in die Flamme central geführter Luftstrom ist unzureichend; derselbe muss vertheilt in die Flamme eingeführt und entweder durch die Länge der über die Flamme befindlichen Zugröhren oder durch Entfernung der Brennerröhre von der Gas-Ausströmungs-Spitze regulirt werden. Für Oefen empfiehlt sich die erstere, für Glüh- und Schmelzlampen die letztere Regulirung. A. Terquem (Compt. rend. 1880. No. 25) erhielt bereits durch Viertheilung des Luftkegels eine wenig leuchtende Flamme von hoher gleichmässig vertheilter Temperatur.

Eine Flamme von höchstem Wärme-Effect erreicht man aber dadurch, dass man durch einen trichterförmigen Aufsatz das obere Ende der Brennerröhre einer Bunsen'schen Gaslampe erweitert, deren Rohr von der Ausströmungsspitze weiter abgerückt werden kann, und die Flamme nicht in vier, sondern durch ein über die Trichteröffnung angebrachtes convex gestaltetes perforirtes Metallblech oder Drahtgewebe in zahlreiche Flämmchen theilt.

Es resultirt so eine grosse, nicht zurückschlagende, schwach bläulich gefärbte Flamme von sehr hoher und ganz gleichmässig vertheilter Temperatur (ein 5 mm dicker Kupferdraht schmilzt in 3 Minuten ab), die mit grossem Vortheil zur beschleunigten Erwärmung grösserer Flüssigkeitsmengen für Glüh- und Schmelzarbeiten, zur Erzeugung von monochromatischem Licht u. dergl. Verwendung finden kann.

In den Zapfen des eisernen Fusses ist seitlich das Schlauchstück für die Gaszuleitung, oben central die Gas-Ausströmungsspitze und darüber ein Rohr geschraubt, welches der Länge nach mit drei weiten Längs-Ausschnitten für den Zutritt der Luft versehen ist. Ueber dieses Rohr lässt sich mit Reibung ein zweites doppelt so langes schieben, womit die Längs-Ausschnitte des ersten entweder ganz oder theilweise verdeckt werden können. Oben tritt in das Rohr der trichterförmige Brenneraufsatz mit convex (paraboloidisch) geformten Kopfe aus Drahtgewebe oder perforirtem Blech ein.

Vor dem Entzünden der Lampe sind die drei Längs-Ausschnitte verdeckt; durch allmälige Verschiebung der äusseren Röhre vergrössern sich dieselben, die Flamme verliert zunehmend an Leuchtkraft, der Innenkegel wird immer kleiner und intensiver gefärbt und verschwindet endlich ganz. In diesem Zustande brennen die zahlreichen halbkugeligen hellblauen Flämmchen auf

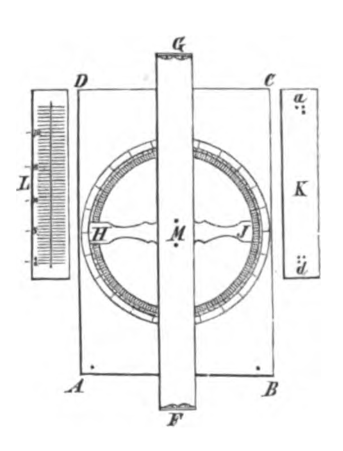
der Oberfläche des paraboloidisch geformten Kopfes, während die grosse schwach leuchtende Flamme eine gleichmässig vertheilte sehr hohe Temperatur entwickelt.

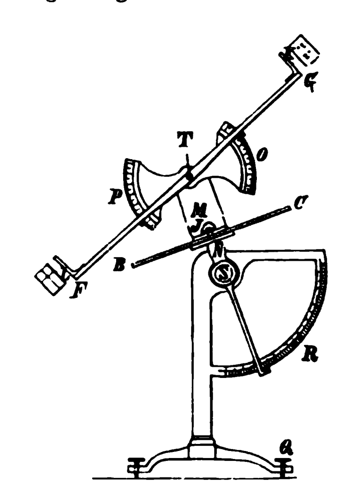
Transportable Sonnenuhr.

Von J. Bartz in Plötzensee bei Berlin. D. R. P. No. 11451 vom 14. Jan. 1880.

Die bisher bekannten Sonnenuhren ermöglichen nur ungenaue Zeitangaben und erfordern zur richtigen Aufstellung die Kenntniss der augenblicklichen Zeit oder des Meridians des Ortes. Bei der vorliegenden Construction wird die Zeitangabe nicht durch den Schatten eines der Erdaxe parallelen Stiftes, sondern durch einen in der Aequatorialebene um einen der Erdaxe gleichgerichteten Stift drehbaren unten näher beschriebenen Aufbau in Verbindung mit einem eigenthümlich eingerichteten Lineal bewirkt, welcher es gestattet, den Lauf der Sonne genau zu verfolgen und die dem Beobachtungsmoment entsprechende Zeit auf einer der Aequatorialebene parallelen getheilten Platte abzulesen.

Um den der Erdaxe gleichgerichteten Stift MN dreht sich ein Lineal FG, das an den Enden die Platten K und L trägt, welche in der Ansichtsfigur zugleich im Grundriss dargestellt





sind und die in letzterem skizzirte Einrichtung haben. Die senkrecht auf K fallenden Sonnenstrahlen dringen durch die drei Löcher bei a und erzeugen auf der Platte L drei leuchtende Kreise; in dem namentlich durch Anwendung geeigneter Beleuchtungsmittel sehr genau zu bestimmenden Augenblicke, in welchem der Berührungspunkt der beiden oberen Kreise auf die Mittellinie von L fällt, zeigt bei richtiger Aufstellung der Uhr eine mit dem Lineal FG verbundene Alhidade an einer auf der Platte $ABCD$ befindlichen Theilung die wahre Zeit an.

Ist die Declination der Sonne für den betreffenden Tag bekannt, so kann die Uhr ohne vorherige Ermittelung der Mittagsebene oder der wahren Zeit auf horizontaler Fläche schnell im Sonnenschein mit Hülfe der am Instrument befindlichen Scale für die Sonnendeclination eingestellt werden. Diese Scale ist entweder auf L selbst angebracht oder das Lineal FG ist an einer zur Alhidade senkrechten Stütze um eine wagerechte Axe T drehbar, wobei das Maass der Drehung an der Kreistheilung OP abzulesen ist. Die Einstellung der mit drehbarem Lineal FG ausgerüsteten Uhr wird nun, nachdem dasselbe der augenblicklichen Declination entsprechend gerichtet ist, durch sanfte Drehung um den Fusspunkt der Schraube Q auf horizontaler Unterlage bewirkt, bis der Berührungspunkt der oberen beiden (im Sommer) oder der unteren beiden (im Winter) Kreisbilder bei a und d auf die Mittellinie von L fällt; alsdann zeigt die Alhidade HJ auf der Scheibe $ABCD$ die wahre Zeit an.

Für den Gebrauch der Uhr in verschiedenen Breiten ist ausserdem eine Einrichtung vorgesehen, die es gestattet, die Parallelstellung der Platte $ABCD$ zur Aequatorialebene durch die an einer getheilten Quadrantenscale R ablesbare Drehung des ganzen Apparates um eine horizontale Axe S zu bewirken. *B.*

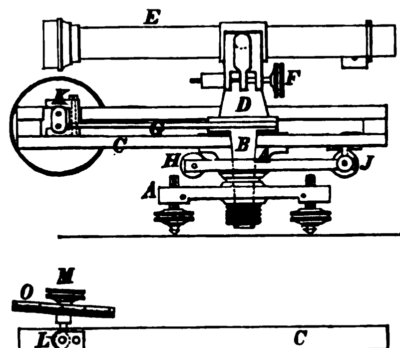


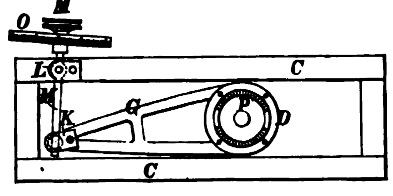
Horizontallatte für Distanzmessung.

Von J. Krause in Kassel. Central-Zeitung f. Opt. u. Mechanik 1881. No. 20.

Die Distanzplatte besteht aus einer astfreien Fichtenholzlatte — 0.050 m breit, 0.012 m dick, 5.018 m lang — in deren Mitte der Länge nach eine Verstärkungsrippe eingeschoben, verleimt und mit Holzschrauben befestigt ist, welche das Durchbiegen der Latte verhindern soll. An den beiden Enden der Latte sind, 5 m von einander entfernt, zwei Spiegel angebracht, welche als Visirpunkte dienen. Dieselben sind mit Blenden versehen und so zur Lattenebene gestellt, dass sie für 400 m Entfernung rechtwinkelig zu den Visirlinien liegen. Damit die Latte stets genau dieselbe Lage zur Mitte des Stativs einnimmt, sind zwei Leisten angebracht, welche gleichzeitig die Verschiebung der Latte verhindern. Die Befestigung geschieht mittels drehbarer auf dem Stative befestigter Knaggen. — Der Stativkopf trägt eine Dosenlibelle und hat in der Mitte eine dioptrische Einrichtung, deren Visirlinie scharf rechtwinkelig zur Längsaxe der Latte liegt; dieselbe dient zum Einvisiren des messenden Instruments.

Die jeweilige scheinbare Grösse der Horizontallatte soll nach dem Vorschlage des Verf. mit folgendem Instrument gemessen werden: Ein mit den gewöhnlichen Fussschrauben versehener Dreifuss A trägt mittels einer stark ausladenden Platte einen niedrigen Holzkasten C, in welchem die Alhidade G sich befindet, die mittels Mikrometerschraube M um den conischen Zapfen B drehbar ist. Auf der Ringplatte der Alhidade ist der mit derselben fest verbundene Fernrohrträger D (doppelt so hoch als gezeichnet) angebracht; innerhalb der Ringplatte ist eine Libelle P placirt. Der Kasten C nebst Inhalt und dem darauf stehenden Fernrohre E lässt sich beliebig drehen, durch Klemmschraube H festhalten und durch Mikrometerschraube J scharf auf den Anfangspunkt (Spiegel) der Latte einstellen. Das Einvisiren des zweiten Spiegels der Latte wird durch die Mikrometerschraube M bewirkt, welche in L ihren Stützpunkt hat und durch die Doppelmutter K die Alhidade voranbewegt. Die Verticalbewegung des Fernrohrs geschieht mittels Mikrometerschraube F.





Die Winkelbewegung des Fernrohres wird also in Umdrehungen der Mikrometerschraube M ausgedrückt; die gesuchte horizontale Entfernung kann aus einer Tabelle entnommen werden. Nach der Ansicht des Verf. besteht der Hauptvortheil seiner Einrichtung in der Ermittelung der wirklichen horizontalen Entfernung; er giebt jedoch zu, dass sich derselbe Zweck mit jedem Theodoliten erreichen lässt. Nun werden kleine Theodoliten, Universalinstrumente kleinsten Calibers jetzt in so vorzüglicher Ausführung und zu verhältnissmässig so billigen Preisen hergestellt, dass das Bedürfniss nach einem neuen Instrument wohl kaum vorliegen dürfte; es müsste denn sein, dass die neue Einrichtung etwas erheblich Besseres darböte. Dies dürfte indess bei dem in Rede stehenden Instrument wohl nicht der Fall sein; erstens wird die Stabilität des Instruments mit derjenigen eines Theodoliten oder Universalinstruments nicht zu vergleichen sein und zweitens erscheint es nicht unbedenklich, dass die Mikrometerschraube M von ziemlicher Entfernung her auf die Ringplatte wirkt. W.

Verfahren zum Manipuliren mit Schwefelwasserstoff.

Von G. S. de Capanema. Fresenius Zeitschrift Bd. 20. S. 519.

Die mit Schwefelwasserstoff zu behandelnde Lösung wird in eine Flasche gebracht, welche mit einem doppelt durchbohrten Stopfer verschlossen ist, durch dessen eine Bohrung das Rohr einer birnförmig ausgebauchten Pipette geht, während die andere Bohrung durch ein rechtwinklig gebogenes Glasröhrchen die Verbindung mit einem Schwefelwasserstoffentwicklungsapparat vermittelt. Zu Anfang der Operation zieht man die Pipette so hoch, dass deren Rohr nicht in die Flüssigkeit taucht und lässt alsdann solange Schwefelwasserstoff ein, bis die Luft aus dem Apparat getrieben ist. Dann senkt man die Pipette, welche sich durch den entstehenden Ueberdruck im



Apparat mit Flüssigkeit füllt, und schüttelt vorsichtig. Das Gas wird absorbirt und die Flüssigkeit senkt sich aus der Pipette, mitunter so rasch, dass Luft nachdringt. Wenn die Ausfüllung vollendet ist, bleibt die Flüssigkeit in der Höhe; alsdann sperrt man durch einen Quetschhahn die Schwefelwasserstoffzufuhr ab und lässt durch Hochziehen der Pipette alle Flüssigkeit in die Flasche laufen. Um jeglichen Geruch zu vermeiden, braucht man nur an das obere Ende der Pipette ein mit Bleizuckerpapier gefülltes geräumiges Rohr anzubringen. *Wb.*

Kleinere Notizen.

Zirkelscharniere aus Blech und Verfahren zur Herstellung derselben. Von Gust. Eggert in Remscheid. D.R.P. 15141 vom 6. März 1881.

Diese Zirkelscharniere sind hauptsächlich für weniger feine Zirkel (z. B. Werkstätten-Stichzirkel u. dergl.) bestimmt; sie werden nach einem in der Patentschrift näher beschriebenen Verfahren aus Blechtafeln ausgestanzt und in Gesenken in die geeignete Form gepresst. *S.*

Einwirkung des Lichts auf elektrische Ströme. Von P. Laur. Compt. Rend. **93.** 851.

In eine kleine Dunkelkammer wird ein Glasgefäss mit ebenen Seitenwänden gestellt, in welchem sich eine Lösung von 100 Th. Wasser, 15 Th. Seesalz und 7 Th. schwefelsaurem Kupfer und in dieser Lösung ein poröses mit Quecksilber gefülltes Gefäss befindet. In das Quecksilber taucht ein Platinblättchen und in die kupferige Lösung ein Blättchen Schwefelsilber; beide Elektroden stehen mit einem Galvanometer in Verbindung. Wird der Strom geschlossen, so zeigt sich eine bestimmte Ablenkung der Nadel; werden dann die Wände der Dunkelkammer geöffnet und das Glasgefäss den Sonnenstrahlen ausgesetzt, so erfährt die Nadel unter dem photochemischen Einflusse der letzteren eine neue Ablenkung. Wird die Dunkelkammer wieder geschlossen, so kehrt die Nadel zu ihrer ersten Stellung zurück. — Gegenüber dem Anspruch auf Neuheit, den Verf. für sein Experiment erhebt, bemerkt E. Becquerel, dass er sich seit langer Zeit mit diesem Gegenstand beschäftige und dass sein „elektrochemisches Actinometer“ recht eigentlich zum Studium der Photo-Elektricität construirt sei. *W.*

Compensirung der Biegung der astronomischen Fernröhre. Von Y. Villarceau. Compt. Rend. **93.** 866.

Es handelt sich um die Aufhebung der horizontalen Biegung. Nachdem der Betrag der horizontalen Biegungsconstante mittels Collimatoren bestimmt ist, werden an den beiden Enden des Fernrohrs Gewichte angebracht, die sich das Gleichgewicht halten; es entsteht dann eine andere Biegung, deren Constante wieder ermittelt wird. Durch Variiren der Aufhängungspunkte der Gewichte werden mehrere Beträge für die Biegung erhalten. Mit Hülfe dieser Werthe, in Verbindung mit den betreffenden Lagen der Gewichte, werden schliesslich zwei Compensations-Gewichte berechnet, deren Anbringung an das Ocular- bezw. Objectiv-Ende des Fernrohrs die horizontale Biegung vollständig aufheben würde. Der Mechaniker soll dann diese Compensations-Gewichte in Form von Ringen anbringen. *W.*

Zweiäugiger Kometensucher. Von Ch. B. Boyle. Centr.-Zeit. f. Opt. u. Mech. 1881. No. 21..

Es wird die Beschreibung eines, in der Art der Stereoskope, mit zwei Ocularen versehenen Kometensuchers gegeben, die, wie es scheint, den „Fortschritten der Zeit“ (F. d. Z.) entnommen ist. Zwei Figuren erläutern die Beschreibung. Die Wirkung dieses binocularen Kometensuchers wird folgendermaassen beschrieben: „Wenn ein einzelner in dem Felde sichtbarer Stern verschwindet, sobald das rechte Auge geschlossen wird, so weiss man, dass man ihn mit dem rechten gesehen hat; bleibt er dagegen sichtbar, so muss er in dem linken Felde sein, denn man fährt fort, ihn zu sehen, und selbstredend mit dem ungeschlossenen Auge. Somit kann, wenn sich ein fremder Gegenstand in dem Gesichtsfelde zeigt, sofort dessen Stellung im Himmelsraume festgestellt werden durch einfaches Schliessen des einen Auges.“ Uns ist der Sinn dieser Zeilen nicht verständlich geworden. *W.*

Globusuhr. Von P. Seyfert in Leipzig. Allg. Journ. f. Uhrmacherkunst. 1882. No. 1.

Die Globusuhr ist die Verbindung einer acht Tage gehenden Wanduhr mit einem Erdglobus, welcher sich in 24 Stunden einmal um seine Axe dreht. Ein verstellbarer Zeiger vor dem Globus, der Meridianzeiger, macht diese Bewegung nicht mit. Die Bewegung des Globus geschieht durch zwei conische Räderpaare. Der Aequator des Globus ist in zweimal zwölf Stunden und die



Stunden wieder in Viertelstunden getheilt. Die Globusuhr dürfte sich für Zwecke des Anschauungsunterrichts eignen. *W.*

Neues Nivellirinstrument. Von H. J. Grabert in Arnswalde. D.R.P. 15140 v. 27. Febr. 1881.

Auf dem gewöhnlichen Dreifuss ist ein voller Kegel befestigt. Auf diesen wird der Nivellirapparat gesetzt. Zwei Hohlconus, deren Axen in jeder Richtung parallel laufen, sind in ein Stück gearbeitet und von einander durch einen schmalen Zwischenraum getrennt, welcher letztere durch vier Schrauben gestellt werden kann, um die Parallelität der Axen zu justiren. An dieses Stück ist einerseits das Fernrohr genau rechtwinkelig zur Axe der Hohlkegel und andererseits der Träger einer Reversionslibelle befestigt. — Es ist wohl nicht anzunehmen, dass das neue Instrument die alten bewährten Constructionen verdrängen werde. *W.*

Verbesserung an elektrischen Lampen. Von O. Schultze in Strassburg i. E. D.R.P. 15784, v. 15. Januar 1881.

Die Entfernung der Kohlenstäbe zur Herstellung des Lichtbogens wird automatisch durch das Eigengewicht eines Eisenkernes unabhängig von der jeweiligen Stromstärke bewirkt, während die Regulirung des Lichtbogens durch die elektromagnetische Wirkung zweier zwischen die Kohlenstäbe geschalteter Spulen auf den Eisenkern erzielt wird. *W.*

Feststellvorrichtung für Decimal- und Centesimalwaagen. Von C. H. Wermser in Stassfurt. D.R.P. 15315 v. 29. März 1881.

Eine neue Arretirungsvorrichtung, bei welcher die Brücke horizontal von den Pfannen abgehoben und ebenso wieder aufgesetzt wird, wofür ein zweckmässig construirter Mechanismus vorgesehen ist. *S.*

Hygroskop aus der inneren Haut von Eierschalen hergestellt. Von Otto Mithoff in Berlin. D.R.P. 16568 v. 18. März 1881.

Die Kalkschale von Eiern wird in Salzsäure gelöst, die übrigbleibende Haut mit Seife, dann mit Alkohol gewaschen und davon ein spiralförmig herausgeschnittener Streifen mittels Federharzlösung in Benzin auf einer versilberten Kupfer- oder einer Stahlspirale befestigt, welche letztere dann bei Veränderung der Luftfeuchtigkeit von der Eihaut stark zusammen- bezw. aufgerollt wird. In ähnlicher Weise lassen sich auch andere thierische Membrane zu hygrometrischen Zwecken verwerthen. *S.*

Neuerungen an Tiefenmessapparaten für Schifffahrtszwecke. Von W. Thomson in Glasgow. D.R.P. 15128 v. 14. Sept. 1880.

Als Loth dient eine flache elastische mit Wasser gefüllte Flasche von Messingblech (400 mm lang 65 tief), welche durch den Wasserdruck eine Formveränderung erleidet. Letztere und damit die erreichte Tiefe wird durch das Wasserquantum bestimmt, welches durch ein in die Flasche eingedichtetes Ueberfallrohr herausgequollen und aufgefangen ist. Es sind also chemische Ueberzüge vermieden und das Ergebniss bedarf keiner Correction für Barometerstand, Luftabsorption und Temperatur wie das der Luftdruckmesser. Die Drahtrolle ist zum Schutz gegen Rost an der Innenseite des Deckels eines mit Kalkwasser gefüllten Bassins angebracht, welches nur aufgeschlagen zu werden braucht, um die Trommel über See zu bringen. Der nöthige Widerstand für den Austritt des Stahldrahtes wird von einer mit Gewichten belasteten Bandbremse geleistet. *S.*

Neuerungen an Maassstäben. Von Conrad Bube in Hannover. D.R.P. 15308 v. 12. März 1881 (Zusatz zu No. 14289)

Bezieht sich ebenso wie das Hauptpatent auf eine neue Gliederbefestigung zusammenlegbarer Holzmaassstäbe. *S.*

Präcisions-Instrument zum Messen der Weglängen zwischen Punkten auf Karten und Zeichnungen. Von Franc. Pangaert d'Opdorp in Brüssel. D.R.P. 15136 v. 13. Febr. 1881.

Auf den zu messenden Linien oder Curven wird ein Rädchen abgerollt, welches auf einer Schraubenspindel als Mutter drehbar ist. Mit dem Gestell, welches Spindel und Rädchen trägt, ist ein mittels Spiralfeder über dem Papier gehaltener, in der Verticalen verschiebbarer Markirstift verbunden. Nach beendigter Abdrehung fährt man mit dem Rädchen in umgekehrter Richtung an einem Maassstab entlang und markirt Anfang und Ende dieser Bewegung durch Niederdrücken des Stiftes, wodurch man die gesuchte Entfernung erhält. Uns scheint, als ob der Zweck dieses

„Präcisionsinstrumentes“ mindestens ebensogut und weit einfacher zu erreichen gewesen wäre, wenn man unter Weglassung alles Beiwerks das Rädchen mit Theilung, Index und Tourenzähler nach Art einer gewöhnlichen Mikrometerschraube versehen hätte. *S.*

Manometer mit einem in einer Spirale mehrmals umlaufenden Zeiger. Von L. Burmeister in Breslau. D.R.P. 15541 v. 3. April 1881.

In Folge Vergrösserung des Uebertragungsverhältnisses zwischen der Durchbiegung der gewellten Plattenfeder und dem den Zeiger bewegenden Zahnradsegment läuft der letztere mehrmals um. Die Scale zeigt ebensoviele spiralförmige Windungen, welchen der Zeiger genau folgt, indem er sich auf seiner Axe in einem Schlitze in radialer Richtung nachschiebt und dabei von einem spiralförmigen Schlitze im Deckel, in welchem er mit einem Knopfe hineinreicht, geführt wird. Wird aber der geringe und durch optische Mittel weit besser zu erreichende Vortheil einer blossen Vergrösserung der Ablesungsgenauigkeit nicht durch Einführung einer neuen Reibungsquelle in den Mechanismus mehr als aufgehoben? *S.*

Für die Werkstatt.

Verfahren um Korkstopfen gegen die Einwirkung von Säuren widerstandsfähig zu machen. Wieck's Gewerbe-Zeitung No 24. 1881.

Um Korke widerstandsfähig gegen Säuren zu machen, setzt man sie etwa zwei bis drei Stunden in mässiger Wärme der Einwirkung eines Gemisches von 1 Th. käuflichem concentrirtem Wasserglase und 3 Th. Wasser aus und versieht sie nach dem Trocknen mit einem Ueberzug aus fein pulverisirtem Glas und Wasserglas. Sodann bringt man sie kurze Zeit in eine Chlorcalciumlösung und spült sie mit Wasser ab. *B.*

Prüfung von Stahl. (Originalmitth.)

Zur Erkennung von Unregelmässigkeiten in der Structur des Stahles, namentlich von Sprüngen und Rissen, welche bei der Bearbeitung der Beobachtung völlig entgehen und selbst bei ganz correctem und vorsichtigem Härten ein Reissen der daraus gefertigten Stücke zur Folge haben empfiehlt es sich, die Stahlstangen an ihren Endflächen mit der Schlichtfeile zu bearbeiten und hierauf diese Querschnittsflächen mit verdünnter Salz- oder Salpetersäure anzuätzen. Die bei der mechanischen Bearbeitung gewissermaassen umgebogenen Enden der Molecularfasern werden dadurch aufgelöst und es erscheint nach dem Abspülen eine Fläche, welche den Querschnitt des Stahls ohne mechanische Formänderung der einzelnen Theilchen zeigt und in welcher etwaige Fehler des Stahls, die bei blosser mechanischer Bearbeitung nicht sichtbar werden, deutlich hervortreten. Es wird dies Verfahren ja im Hüttenbetriebe, bei Stabeisen- und Schienenfabrication etc. vielfach angewendet, um den Gang des Processes zu controliren, leistet aber bei seiner leichten Ausführbarkeit auch in mechanischen Werkstätten gute Dienste und beugt manchem Verlust an Arbeitszeit vor, zumal neuerdings häufig Stahlstäbe in den Handel gelangen, welche in Folge feiner Sprünge beim Härten der Länge nach reissen. *P.*

Kalte Schwarzbeize für Messing. Von E. Sprenger in Berlin. (Originalmitth.)

Alle bis jetzt bekannten Schwarz- und Graubeizen für Messing, welche auf kaltem Wege hergestellt sind, haben den Uebelstand, dass sie den verschiedenen Legirungen wie Messing, Rothguss, Hartguss u. s. w. verschiedene Farben geben oder auch bei der einen oder anderen Legirung ganz versagen. So z. B. giebt kohlensaures Kupfer, in Ammoniak gelöst, dem Messing eine schöne dunkelgraue Farbe, Roth- und Hartguss aber färbt es gar nicht; das Verfahren ist daher für Instrumente wenig anwendbar.

Eine Dunkelgraubeize, welche allen hierher gehörigen Legirungen, Messing, Roth- und Hartguss eine fast ganz gleichmässige Farbe, genau dieselbe wie das theure Platinchlorid, giebt, wird erhalten, indem man 50 g Arsenik in 250 g Salzsäure löst und der Lösung 35 g Chlorantimon und 35 g feingestossenen Hammerschlag beifügt. Die zu beizenden Gegenstände müssen vor wie nach dem Beizen in einer schwachen, warmen Sodalösung abgespült werden, hierauf verschiedene Male in Wasser. Das Recept ist mehrfach erprobt und bewährt befunden worden.

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Buchdruckerei von Gustav Schade (Otto Francke) in Berlin N.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Geschäftsführender Ausschuss der Herausgeber:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. **H. Landolt**, Vorsitzender. **R. Fuess**, Beisitzer. Reg.-Rath Dr. **L. Loewenherz**, Schriftführer.

Redacteur: Dr. Georg Schwirkus.

II. Jahrgang. **Februar 1882.** Zweites Heft.

Ein neuer Distanzindicator für Temperaturen.

Von

Prof. **R. Ferrini** in Mailand.

Man kennt bereits einige Messinstrumente, vermittels deren gewisse Grössen durch den elektrischen Widerstand oder durch die Veränderungen des Widerstandes eines Metalldrahtes gemessen werden. Ein bekanntes Beispiel ist das Siemens'sche Widerstandspyrometer, vermittels dessen die Temperatur eines Raumes durch die Veränderung des elektrischen Widerstandes bestimmt wird, welche sie in einer in den Raum eingeführten Platinspirale bewirkt.

Vor einigen Jahren machte der Verfasser in Carl's Zeitschrift für angewandte Elektricitätslehre den Vorschlag, dasselbe Princip für Construction eines Instrumentes zu benutzen, welches dazu dienen sollte, den Wasserstand eines Flusses anzuzeigen. Das Instrument sollte so beschaffen sein, dass durch das Steigen des Wassers nach und nach Theile einer Platin- oder Eisendrahtspirale abgeschnitten wurden, was eine Verminderung des elektrischen Widerstandes zur Folge haben musste. Dasselbe Princip ist offenbar noch zahlreicher anderer Anwendungen fähig.

In Folgendem soll gezeigt werden, wie sich dieses Princip benutzen lässt, um den Stand eines Thermometers, welches sich an einem unzugänglichen Orte befindet, auf einen entfernten getheilten Kreis zu übertragen. Man benutzt zu diesem Zweck gewöhnlich Metallthermometer, allein es ist bekannt, dass derartige Instrumente moleculare Veränderungen erleiden, wodurch die Angaben derselben falsch werden. Die Angaben eines solchen Metallthermometers müssen daher, um brauchbar zu sein, von Zeit zu Zeit mit den Angaben eines Normalthermometers verglichen werden. Nach meiner Ansicht ist daher ein Quecksilberthermometer vorzuziehen. Dasselbe muss so eingerichtet sein, dass ein Platindraht die Kugel, andere Drähte an verschiedenen Punkten die Röhre durchdringen. Die Abstände dieser Punkte müssen je nach der gewünschten Empfindlichkeit des Instruments der Länge von 1, 2, 3 ... Graden entsprechen. Die äussersten Drähte müssen den Grenzen, innerhalb deren die Temperatur der Umgebung schwanken kann, entsprechend angebracht sein. Die nebenstehende Fig. 1 zeigt die Einrichtung des Thermometers. Die aus der Röhre entspringenden Drähte vereinigen sich in A zu einem einzigen Draht, welcher mit dem einen Pol einer Batterie verbunden ist, während der von B ausgehende Draht mit dem anderen Pol in Verbindung steht. Je mehr das Quecksilber in der Ther-

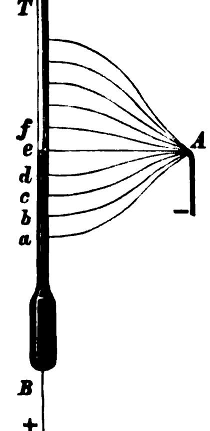


Fig. 1.

mometerröhre steigt, eine um so grössere Zahl der Verzweigungen *aA*, *bA*, *cA* ... durchläuft offenbar der Strom. Wenn sich nun die elektromotorische Kraft, sowie der Widerstand der Batterie und der Leitung nicht änderte, so müsste der Strom stärker werden, wenn die Temperatur der Umgebung steigt. Bei sinkender Temperatur dagegen müsste der Strom schwächer werden.

Die elektromotorische Kraft und die genannten Widerstände constant zu halten, ist aber praktisch nicht ausführbar. Daher muss der Apparat von dem Einfluss der Schwankungen derselben unabhängig gemacht werden, damit die Schwankung der Stromstärke ausschliesslich durch die Schwankung der Temperatur bedingt wird und also zum Messen derselben dienen kann. Das gewöhnliche Mittel, dessen man sich zu diesem Zweck bedient, besteht darin, dass man den Strom auf zwei Verzweigungen vertheilt, von denen die eine den veränderlichen Widerstand enthält. In diesem Fall verhalten sich nämlich die Intensitäten der Zweigströme unabänderlich umgekehrt wie die Widerstände der Verzweigungen, gleichviel wie sich die elektromotorische Kraft und die Widerstände ausserhalb der Verzweigungen ändern. Sorgt man ausserdem dafür, dass die Einflüsse, welche den Widerstand der einen Verzweigung verändern können, in gleichem Maasse auch den der anderen verändern, so sind die Bedingungen erfüllt, welche die gewünschte Messung und die Uebertragung derselben auszuführen gestatten. Bei unserem Apparat lassen sich diese Bedingungen leicht in der folgenden Weise erfüllen. In Fig. 2 bezeichnet *T* das Thermometer mit seinen Drähten und *P* die Batterie. Die Leitungsdrähte, welche sich an die in *a*, *b*, *c* ... aus der Thermometerröhre austretenden Drähte anschliessen, sind einzeln von einer isolirenden Hülle umgeben und zu einem Kabel *C* vereinigt, welches zu dem Messinstrument *A* führt. Von dem in *B* in die Thermometerkugel eintretenden Draht zweigt sich ein ebenfalls isolirter Leitungsdraht $B\,\alpha\,\beta\,\gamma\,A$ ab, der zunächst am Thermometer heraufläuft und dann gemeinsam mit dem Kabel *C* nach dem Apparat A geht. Der in *B* ankommende Strom theilt sich nun in zwei Zweigströme. Der eine durchläuft das Quecksilber des Thermometers und eine gewisse Anzahl der zum Kabel *C* vereinigten Drähte, der andere die Leitung $B\,\alpha\,\beta\,\gamma\,A$.

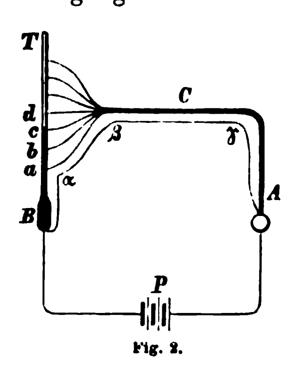


Fig. 2.

Das Verhältniss dieser beiden Zweigströme hängt nun ausschliesslich vom Widerstand der Leitungen ab, und die Temperaturschwankungen, welche an irgend einer Stelle der Leitung den Widerstand eines der Kabeldrähte verändern, wird in gleichem Maasse auch den Widerstand des Drahtes $B\,\alpha\,\beta\,\gamma\,A$ verändern. Dagegen wird durch das Fallen und Steigen des Quecksilbers die Anzahl der Kabeldrähte, welche den Strom leiten, und folglich der Widerstand des Kabels selbst verändert.

Was nun das Messinstrument betrifft, so darf bei der Construction desselben nicht vergessen werden, dass es das Verhältniss oder der Quotient der beiden Zweigströme ist, was von den äusseren Einflüssen unabhängig, also nur von den Widerständen der beiden Leitungen abhängig ist. Wir können daher auf zwei verschiedenen Wegen unser Ziel erreichen. Wir können entweder am Ende der einen Verzweigung einen Rheostaten einschalten und mit Hülfe desselben den Widerstand so lange ändern, bis er dem anderen gleich geworden ist, oder wir müssen ein Instrument construiren, welches das Verhältniss der beiden Zweigströme zu messen

gestattet. Im ersten Fall könnte die Gleichheit der Widerstände durch ein Differentialgalvanometer angezeigt werden, dessen Windungen von den beiden Zweigströmen durchlaufen werden, oder auch durch ein gewöhnliches Galvanometer, welches wie bei einer Wheatstone'schen Brücke zwischen die beiden Leitungen eingeschaltet ist. In diesem Falle könnte der Widerstand, welcher zur Erreichung der Compensation hinzugefügt werden muss, zu der verlangten Messung benutzt werden.

Diese Methode, die man als Compensationsmethode bezeichnen könnte, hatte ich in der Construction des Wasserstandsanzeigers angewandt. Die andere Methode befolgt Siemens mit seinem Differentialvoltameter. Bei diesem Instrument werden bekanntlich die durch Zerlegung des Wassers erzeugten Knallgasmengen beobachtet, welche von den beiden Zweigströmen in gleichen Zeiten in zwei vollkommen übereinstimmenden Voltametern erzeugt werden. Mit Hülfe einer Formel oder einer Tabelle ergiebt sich dann aus dem Verhältniss der beiden Voltameterangaben die gesuchte Temperatur.

Im vorliegenden Fall erschien mir die Compensationsmethode, ebenso die Anwendung des Differentialvoltameters weniger zweckmässig, da mein Bestreben dahin ging, einen einfachen Indicator zu construiren, der von Jedermann beobachtet werden kann und der weder Manipulationen noch Rechnungen erfordert. Dies lässt sich vielleicht am zweckmässigsten in der folgenden Weise erreichen. In Fig. 3 seien PQ, RS zwei Galvanometerwindungen, die unter sich einen rechten Winkel und mit dem magnetischen Meridian oder einer anderen festen Richtung Winkel von 45° bilden. Die vereinigten Kabeldrähte stehen in c mit der einen Windung, die andere Leitung steht in γ mit der anderen Windung in Verbindung. Die beiden freien Enden der Windungen vereinigen sich in A und laufen nach der Batterie. In der Mitte der beiden gekreuzten Windungen sei eine vollkommen astatische Doppelnadel $n\,s$ aufgehängt. Wenn nun die beiden Ströme die Nadel gegen das Innere des von den beiden Windungen gebildeten Winkels abzulenken streben, so wird offenbar die Nadel dann in der Richtung der Halbirungslinie dieses Winkels ins Gleichgewicht kommen, wenn die Wirkungen beider Windungen gleich stark sind.

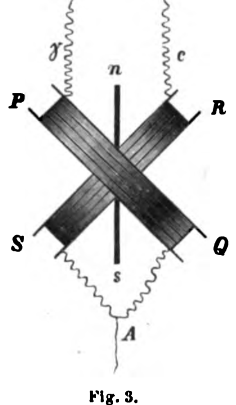


Fig. 3.

Anderenfalls wird die Gleichgewichtslage von dem Verhältniss der beiden Wirkungen abhängen. Wenn die Windungen so construirt sind, dass sie gleiche Ablenkung der Nadel (in entgegengesetztem Sinne) bewirken, wenn sie von gleichen Strömen durchlaufen werden, so wird das Verhältniss der beiden Ströme durch die Tangente des Winkels angegeben, welchen die Nadel mit einer der beiden Windungen bildet. Dies ist aber nur unter der Voraussetzung richtig, dass die Nadeln, welche das astatische System bilden, kurz sind. Man kann daher die Nadeln selbst nicht zur Ablesung des Winkels benutzen. Dagegen kann man an ihrer Drehungsaxe einen langen leichten Zeiger befestigen, der sich auf einem getheilten Kreis bewegt und die Richtung, welche die Nadel unter dem gleichzeitigen Einfluss beider Ströme einnimmt, anzeigt. Es würde keine Schwierigkeiten bieten, mit Hülfe des genannten Satzes und der bekannten Widerstände der Kabeldrähte, sowie der Leitung $B\,\alpha\,\beta\,\gamma\,A$ auf dem Kreis die den verschiedenen Stellungen der Galvanometernadel entsprechenden Angaben des Thermometers zu verzeichnen. Vielleicht ist es indessen vorzuziehen,

bei der Aufstellung des Apparates nach und nach die Temperatur zu steigern und die Widerstände der einzelnen Kabeldrähte so zu reguliren, dass der Zeiger gleiche Bogen beschreibt, wenn das Quecksilber um je einen Grad steigt. Zugleich kann man die den einzelnen Stellungen des Zeigers entsprechenden Temperaturen auf dem Kreise bemerken.

Mit Hülfe einer solchen Vorrichtung kann der Indicator in einer beliebigen Entfernung vom Thermometer aufgestellt werden. Ebenso können die Angaben desselben von Jedermann leicht und sicher abgelesen werden. Da die Uebertragung durch den Strom eine continuirliche ist, so wird man es auch leicht bemerken, wenn an dem Apparat irgend etwas in Unordnung kommen sollte.

Vielleicht lässt sich ein derartiger Indicator mit einem Siemens'schen Pyrometer verbinden, so dass man das letztere dauernd in einem Ofen aufstellen und also die Temperatur desselben bequem und ununterbrochen controliren kann.

Universal-Messtischapparat.

Von
Mechaniker **E. Sprenger** in Berlin.

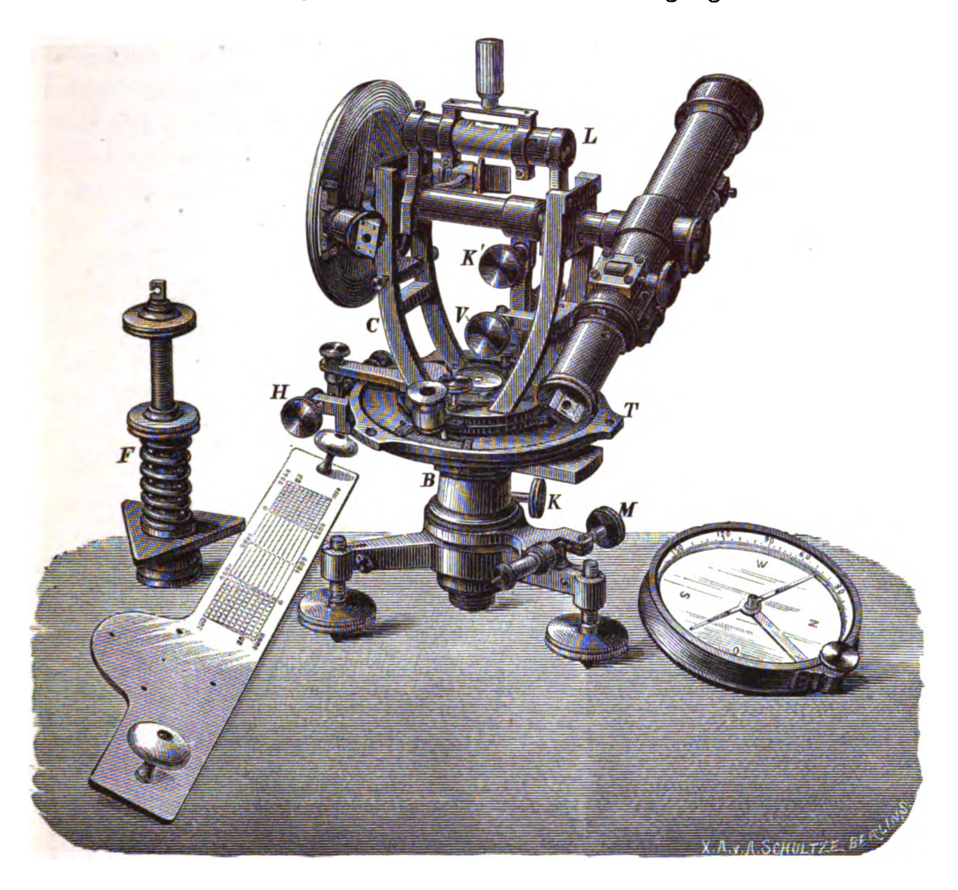
Auf der internationalen geographischen Ausstellung zu Venedig im Jahre 1881 hatte ich ein kleines zerlegbares Universal-Instrument ausgestellt, das mittels der beigegebenen nöthigen Utensilien in einen vollständigen Messtischapparat verwandelt werden kann. Da die Anordnung der einzelnen Theile des kleinen Instruments neu sein dürfte, so erlaube ich mir, eine Beschreibung desselben zu geben.

In die mit dem Dreifusse fest verbundene Buchse aus Rothguss ist die Alhidadenaxe, von Hartguss, eingepasst; die Buchse ist aussen conisch und auf derselben die zweite Buchse *B* befestigt. Letztere, kräftig gehalten, hat zwei starke Ansätze; auf den ersteren ist der Limbus, und auf den zweiten, welcher etwas tiefer sitzt, der trichterförmige Teller *T* geschraubt. Der Teller *T* schützt Kreis und Alhidade gegen äussere Einwirkungen; er liegt ca. 5 mm höher als diese beiden und hat drei hervorspringende durchbohrte Lappen, auf welche mittels dreier Schrauben die Messtischplatte geschraubt wird. Kreis und Teller berühren sich nicht, sondern es ist von allen Seiten ein Raum von einigen Millimetern gelassen. Der Limbus ist vollständig verdeckt; an zwei einander gegenüberliegenden Stellen ist die Bedeckung durchbrochen und durch eingeschobene Glasschieber wieder geschlossen. Der Horizontalkreis kann mittels der central wirkenden Schraube *K* festgeklemmt werden; die Feinbewegung vermittelt die Mikrometerschraube *H*.

Auf der Alhidade ist der in einem Stück gegossene Fernrohrträger *C* durch zwei kräftige Cordenschrauben *S* befestigt. Damit derselbe stets wieder richtig aufgepasst wird, hat er, gegenüber den beiden Befestigungsschrauben, zwei conisch gedrehte Stifte, welche fest in die Alhidade passen. In der Mitte des Trägers ist eine Dosenlibelle befestigt.

Die Fernrohraxe geht der geringen Abnutzung wegen in Ringlagern. Dieselben sind direct am Träger und haben keine Justirvorrichtung durch Schrauben; die Justirung geschieht durch Abschleifen an der unteren Fläche des Trägers. Der Höhenkreis steht in fester Verbindung mit der Fernrohraxe. Die Alhidade ist mit

einer kleinen Buchse, welche auf die Axe aufgepasst ist, und nach unten mit einem festen Lappen versehen, welcher zwischen dem durchbrochenen Träger *C* geht, und durch zwei Schrauben festgehalten wird. Die Feinbewegung für den Verticalkreis



wird durch die Schraube *V* vermittelt, während die Klemmung durch Schraube K_1 bewirkt wird. Gleichzeitig wird die Einstellung des Null-Punktes mit diesen beiden Schrauben bewirkt.

Der Verticalkreis ist in derselben Weise, wie der Horizontalkreis, verdeckt. Die Theilung des Verticalkreises ist an der inneren Seite angebracht und die Ablese-lupen sind deshalb mit Prismen versehen. Das Instrument gewinnt durch diese Anordnung der Theilung an Compendiosität.

Die beiden Kreise haben einen Durchmesser von 110 mm und sind in halbe Grade getheilt. Zwei gegenüberliegende Nonien gestatten eine directe Ablesung von einer Minute; 30" sind sehr bequem zu schätzen. Es ist hierdurch eine grössere Bequemlichkeit für das Auge erreicht, als wenn man mittels einer feineren Theilung direct 30" ablesen könnte.

Das 21 cm lange Fernrohr hat 20fache Vergrösserung, einen Reichenbach'schen Distanzmesser im Verhältniss 1 : 100, ein Ocularprisma mit Sonnenglas zum Aufstecken, sowie Fadenkreuzbeleuchtung. Auch ist an demselben eine Reversionslibelle znm genauen Nivelliren angebracht. Die Aufsatzlibelle, welche 15" angiebt, ist in doppelter Glashülle.



Die beiliegende Boussole wird auf den Träger aufgesteckt, wenn das Instrument in einen Messtisch verwandelt werden soll. Dieselbe hat an der unteren Platte zwei Riegel, welche in den Träger geschoben werden, so dass die Boussole beim Transport nicht herunterfallen kann. Die Boussole ist so aufgepasst, dass 0 und 180 parallel zum Fernrohr stehen. — Das beiliegende Lineal ist mit dem Maassstabe 1 : 25000 versehen, wie es bei der topographischen Abtheilung der Königl. Landes-Aufnahme gebräuchlich ist. *F* ist der Federstengel zur Verbindung des Instruments mit dem Stativ.

Soll das Universal-Instrument in einen Messtisch verwandelt werden, so wird der obere Theil abgenommen; die Messtischplatte wird auf den Teller *T* geschraubt und dann das Lineal und der obere Theil mittels der Schraube *S* wieder mit dem Untergestell verbunden.

Das Instrument kommt in einen Einlegekasten mit Filzdeckung und dieser wieder, während der Reise, in einen gepolsterten Transportkasten.

Erinnerungen aus meinem Leben,

ein Beitrag zur Geschichte der Präcisionsmechanik[1]).

Von

Th. Baumann in Berlin.

Es drängt mich, meinem Versprechen nachzukommen, selbst auch einen Beitrag zu liefern zu dieser Zeitschrift, die doch besonders für uns Mechaniker von so grossem Interesse ist. Aber wo soll ich jetzt, da ich nicht mehr praktisch in unserem Fache mitarbeite, der Mittheilung Würdiges hernehmen? Es bleibt mir nur übrig, auf einige Erinnerungen aus meinem Leben zurückzugreifen, und ich will versuchen diese darzustellen in der Zuversicht, dass man dem Alter gern die kleine Schwäche von einem Damals zu erzählen verzeiht.

Ich gehe bis auf das Jahr 1826 zurück. Zu dieser Zeit waren von Mechaniker-Firmen in Berlin ausser Pistor (gest. 1847) nur Maywald und Lewert, und wenige andere kleinere Werkstätten zu nennen. Vorzugsweise wurden Instrumente für Feldmesser und Artilleriebehörden hergestellt; von den Inhabern kleinerer Werkstätten waren Siebert, Fuchs, Baumann hervorzuheben, Wagner, Oldendorf und Gärtner machten Reisszeuge, der letztere war auch durch seine Frei-Zeichen-Federn bekannt. Beuth urtheilte über die Leistungen dieser Mechaniker, unter denen einige ganz tüchtige Arbeiter waren, ziemlich hart; als er mich eines Tages fragte, wie es mir auf dem Gewerbe-Institute gefalle? und ich antwortete: „sehr gut! nur wird es mir nicht ganz leicht, gleich in der ersten Klasse mitzukommen“, sagte er in seiner scharfen Weise: „Ja, lernen müssen Sie was! wir haben da den einzigen Pistor, die Andern wissen ja Alle nicht, was sie machen!“ In optischen Instrumenten that sich damals der unter der Leitung des alten Erman (gest. 1851

---

[1]) Die nachfolgende liebenswürdige Kundgebung des Seniors der Berliner Mechaniker weicht zwar nach Form und Inhalt wesentlich von dem sonst in unserer Zeitschrift Gebotenen ab, sie wird indess unseren Lesern nicht minder willkommen sein, zumal sie neben der Schilderung persönlicher Erlebnisse viel Interessantes über die älteren Zeitgenossen des Verfassers, namentlich über Bessel, enthält. D. Red.



in seinem 87. Lebensjahre) arbeitende Duve, von Hause aus ein Bäcker, hervor. Glasinstrumente lieferten die beiden Brüder Greiner, von denen besonders der jüngere J. G. Greiner sich rühmlichst auszeichnete; der Geheime Oberbergrath Schaffrinsky (gest. 1843) stand ihnen mit Rath und That zur Seite.

Wie anders sieht es dagegen jetzt in dem freilich auch weit über viermal so gross gewordenen Berlin aus! Zwar ist uns der würdige Nachfolger in der Pistor'schen Werkstatt, Martins, leider vor der Zeit (1871) durch den Tod entrissen worden, ebenso sind Schieck (gest. 1870) und Oertling (1803—1866) nach ruhmreichem Wirken abgeschieden; aber eine stattliche Reihe junger Meister, die sich in die verschiedenen Arbeiten der Präcisions-Mechanik theilen, können genannt werden, und auch im übrigen Deutschen Reich blühen neben vielen neuen noch mehrere alte Firmen von hochbewährtem Rufe!

Die Deutschen haben also auch hierin, um wieder mit Beuth's Worten zu reden, „auf eigenen Füssen zu stehen gelernt!" Damals hielt Beuth es aber noch für gut, den jungen Lernbegierigen zu Gambey (1787—1847) nach Paris in die Lehre zu schicken, und ich glaube in der That, dass wir von diesem Manches gelernt haben. Er war ein hochbegabter Meister, der unter Arago's Führung viel Gutes und Durchdachtes vollendet hat; ich erinnere z. B. nur an das nach ihm benannte Parallelogramm, durch welches er Kreise auf ihren eigenen Zapfen theilen konnte. Doch muss ich neben ihm noch viel andere Namen von schönem Klange nennen, denen ich Belehrung verdankte. Zwar hatte ich die volle Arbeitszeit — übrigens ohne Geldentschädigung — in der Werkstatt auszuhalten, erhielt aber gleichzeitig die Erlaubniss, die Vorlesungen über Physik und Chemie von Dulong und Thénard auf der Sorbonne besuchen, sowie im Collège de France Biot und Lefébure de Fourey hören zu dürfen. Endlich wurde mir noch die grosse Vergünstigung zu Theil, zu einem von Arago, an den Alexander von Humboldt mich empfohlen hatte, auf der Sternwerte gehaltenen Privatissimum über den Bau astronomischer Instrumente eingeladen zu sein. Diese Vorlesung war durch den Wunsch einiger älterer Herren veranlasst worden, unter denen sich auch der damalige *Fermier général* von Paris befand. Dieser Posten war in den Jahren 1780 bis 90 von gewichtigem Einfluss gewesen und auch Lavoisier hatte ihn eine Zeit lang bekleidet.

Noch nach Feierabend, nach 7 Uhr, eilten wir — ein junger Mechaniker Maunoury, bei dessen Eltern ich wohnte, mit mir — nach dem Conservatoire des Arts et Métiers, um auch einigen der dort gehaltenen Vorlesungen zu folgen, von denen uns besonders die von Clément-Desormes über technische Chemie anzog. Dieser war der Erste, der auf Einführung von Einheiten für Wärme und Kraft in die Technik drang, er nannte sie „*calorie*" und „*dynamie*". Clément-Desormes' Persönlichkeit, sein umfassendes Wissen und seine grosse, durch nichts zu störende Bonhommie, sind mir unvergesslich geblieben. Dieser Bonhommie entsprach es auch, dass er uns einmal erzählte, er habe als Schüler auf der Polytechnischen Schule oft „*par un esprit de contradiction*", dem Monge und anderen Mitschülern gezeigt, dass man zur Lösung der allermeisten technischen Aufgaben, zu denen sie sich der höheren Analysis bedienten, nur der einfachen Algebra bedürfe. Ebenso gedachte er mit Lächeln der Zeit, in welcher er als Gehülfe des berühmten Luftschiffers Charlier den Blasebalg gezogen.

Während der Zeit meines Aufenthalts in Paris (1828 bis 1831) blühten neben



der Werkstätte von Gambey noch die von Cauchoix, welcher optische Apparate, auch grössere Fernrohre baute, und von Frères Jecker, welche kleinere geodätische Instrumente herstellten.

Ich begab mich im Frühjahr 1831 nach England. Der Aufenthalt daselbst konnte aber nur bis zum Herbst desselben Jahres ausgedehnt werden, da der gewünschte Platz bei Troughton & Simms in London, nicht zu gewinnen war, ungeachtet Sir James South (bekannt durch sein Verzeichniss von Doppelsternen), an den mich Alex. von Humboldt empfohlen hatte, selbst sich darum bemühte. Ich musste mich begnügen, nur durch Besichtigung von Werkstätten, unter denen auch die für die Herstellung der Babbage'schen Rechenmaschine eingerichtete sich befand, die Zeit nützlich zu verwerthen. Aber die Empfehlung Humboldt's an Sir James erwirkte mir bei diesem eine sehr freundliche Aufnahme. Nicht allein, dass er mich selbst nach der Königlichen Sternwarte führte (er wählte dazu eine Zeit, da er wusste, dass der Director Mr. Ponds nicht in Greenwich anwesend war), und mich nach den Werkstätten von Troughton, Maudslay, Donkin und Robinson (dem Waagenfabrikanten), hinbegleitete, sondern ich war auch ein für allemal zu Mittag bei ihm eingeladen. Dadurch hatte ich den hohen Genuss, viele berühmte Männer bei ihm zu sehen, unter denen ich wohl mit Recht Faraday oben anstelle, dann auch Captain Basil Hall, Babbage u. a. m. Sir James war ein überaus liebenswürdiger Mann, nur dabei etwas leidenschaftlich. Er liess um jene Zeit, 1830, für seine Privat-Sternwarte in Kensington ein sehr grosses Aequatoreal von Troughton bauen. Leider hörte ich später, dass sich die Construction desselben nicht bewährt habe, das Instrument als untauglich verworfen werden musste und über die Tragung der bedeutenden Kosten ein Process zwischen Sir James und Troughton entstanden war. Der erstere verlor den Process und liess, um sich zu rächen, durch mächtige Anschlagzettel in London eine Auction ankündigen, auf welcher das Messing, der Stahl, das Holz und das Glas des grossen Aequatoreals von Troughton & Simms öffentlich meistbietend verkauft werden sollte; alle Gewerke wurden dazu namentlich eingeladen und zuletzt sogar die Schwefelholz-Fabrikanten (*lucifer matchmakers*) aufgeführt!

Nachdem ich noch die Sternwarten in Slough (mit dem historischen Riesen-Teleskop ron Herschel), in Dublin (ich fuhr dabei auf der damals ersten europäischen Eisenbahn von Manchester nach Liverpool und hatte in Manchester auch dem ehrwürdigen Dalton meine Aufwartung gemacht), in Armagh und in Edinburgh zu meiner Instruction besuchen durfte, kam ich über Hamburg nach Deutschland zurück. Ich verblieb den Winter 1831/32 in Berlin, mit Anfertigung von Werkzeugen für mich beschäftigt, ging zum Frühjahr nach Nürnberg und München und arbeitete hier ein Jahr bei Ertel — in der Utzschneider'schen Werkstatt einen Platz zu erhalten, war nicht möglich. Dann sah ich die Sternwarte und die Polytechnische Schule in Wien, wo ich mich neben Prechtl auch dem hochverdienten Arzberger vorstellen durfte, konnte bei Plössl durch sein erstes dialytisches Fernrohr schauen, und kehrte nun nach Berlin zurück.

Hier wurde mir bald nach meiner Etablirung, im Jahre 1834, von Bessel die Ausführung seiner Comparatoren für Längenmaasse übertragen, und ich hatte dadurch das Glück, diesem vortrefflichen Manne näher bekannt zu werden. Er besass wohl Alles, was zu einem vollendeten Beobachter gehört, unermüdliches Arbeiten,



geniales Auffinden des besten Mittels zum beabsichtigten Zweck, und eine Wahrheitstreue, wie sie eben nur grossen Männern eigen ist. Dabei war er auch gegen den Geringsten so freundlich und wohlwollend, wie ich ihm ähnlich nur noch in späten Jahren einen Herrn wieder gefunden habe. Wie Vieles habe ich aus der Zeit, in der ich Bessel als Gehülfe dienen konnte, von ihm gelernt; ich möchte versuchen einige seiner Aussprüche hier mitzutheilen, welche für uns Mechaniker besonders beachtenswerth erscheinen und welche ich theils seinen mündlichen Aeusserungen theils seinen Briefen an mich entnehme. Manches davon, als schon allgemein befolgt, wird zur Zeit als fast selbstverständlich gelten; dennoch dürfte es insbesondere für uns Mechaniker nicht überflüssig sein, auch dieses hier zu wiederholen.

Der grösste Theil der hier anzuführenden Mittheilungen steht natürlich in Beziehung zu Maassvergleichungen und zu den dafür erforderlichen Apparaten. Bei Gelegenheit der ersteren äusserte er allgemein:

> „Nach meinen Erfahrungen muss man geradezu Verzicht darauf leisten, die wahre Temperatur eines Maassstabes zu erfahren, ausser wenn man ihn in eine Flüssigkeit legt und in dieser die Thermometer anbringt,“

und ferner:

> „Die wahre Oekonomie wird hier wie anderswo wohl nicht in der Vereinigung verschiedener Leistungen in ein Instrument, sondern in der Trennung derselben bestehen.“

Ueber die Instrumente schrieb er:

> „Nichts ist an den Instrumenten gefährlicher und schädlicher als Durchbiegungen und Spannungen! es kann nicht genug bei der Construction darauf geachtet werden; und selbst das vollendetste neue Instrument muss von dem, der damit beobachten will, erst gründlich studirt werden, um seine Schwächen und um das, worauf er sich am sichersten bei demselben verlassen kann, kennen zu lernen.“

Um Durchbiegungen zu vermeiden, sollten die Instrumente stark hergestellt werden:

> „Ueberhaupt kann ich Stärke an Instrumenten allenthalben empfehlen, da wo sie nicht geradezu hinderlich ist.“ Ein anderes Mal aber schrieb er: „Ich habe die Theorie der Instrumente in Beziehung auf Biegungen und Spannungen, zum Gegenstand einer mathematischen Untersuchung gemacht, und bin glücklich durch alle Schwierigkeiten hindurch gekommen, so dass ich Mittel anzugeben im Stande bin, zu Resultaten der Beobachtungen zu gelangen, welche von jeder Einwirkung der Schwere auf das Instrument vollkommen frei sind. Und zwar findet dieses statt, das Instrument mag innerlich beschaffen sein wie es wolle, von gleicher Dichtigkeit allenthalben, oder mit Unregelmässigkeiten in derselben; ohne innere Spannungen des Metalls oder sich spannend (so dass das Durchschneiden eines Theiles eine Figurveränderung hervorbringen würde, wie z. B.). Dieses Resultat ist von grosser Wichtigkeit für die praktische Astronomie, weil dadurch klar wird, dass man jede Individualität eines Instruments vollkommen aus dem Resultat schaffen kann. Ich sehe nun, dass es allein meine Schuld sein würde, wenn ich den Resultaten andere Fehler lassen wollte, als die zufälligen Unvollkommenheiten der Beobachtungen. Das ist mir früher nicht deutlich gewesen und ich habe

immer die Unruhe gefühlt, am Ende doch nur zu einer Näherung zu gelangen, von welcher man nicht wusste, ob sie nicht, ausser den zufälligen Beobachtungsfehlern (gegen welche häufige Wiederholung das Mittel ist) noch innere Unvollkommenheiten, bis zum Belaufe einiger Zehntelsecunden, besässe; das oben erwähnte Mittel, die Einflüsse der Schwere ganz fortzuschaffen, besteht in einer geeigneten Combination von Beobachtungen eines Sternes selbst und seines vom Quecksilber reflectirten Bildes. — Ueberhaupt ist jetzt mein ganzes Heil, als Beobachter, auf Quecksilber gegründet." Die letztere Bemerkung führte er noch dahin aus: „Es ist eine herrliche Eigenschaft des Quecksilberhorizonts, dass er sich mit mathematischer Schärfe selbst nivellirt."

Für die Berichtigung und Einstellung der Instrumente wollte er dabei nicht immer auf die vorhandenen mechanischen Vorrichtungen, Stellschrauben u. s. w. angewiesen bleiben, auch leichtes Klopfen sollte gelegentlich zu Hülfe genommen werden, so sagte er:

„Unschätzbar ist selbst noch das kleinste Theilchen einer lebendigen Kraft! was grosse Gewichte nicht vermögen, das zwingt man mit dem kleinsten Moment einer Kraft, und Berichtigungen durch Hammerschläge, so roh und unwahrscheinlich es klingt, lassen in manchen Fällen nichts zu wünschen übrig."

Wie Bessel über die Beziehung der Beobachtungen zu den daraus herzuleitenden Resultaten dachte, dürfte aus folgenden Worten hervorgehen:

„Es giebt keine schwerere Kunst, als die des Experimentirens; nur unter einer Bedingung wird sie erfolgreich, nämlich wenn man alles nimmt, wie es sich zuerst darbietet. Freilich bietet es sich selten rein dar, und man kann hundert gegen eins wetten, dass man sehr falsche Resultate erhält, wenn man sich um ihr inneres Wesen nicht weiter kümmert",

und ferner:

„Zwischen dem Resultat und dem Apparat, mit welchem es erhalten werden soll, ist fast eine grössere Kluft, als zwischen dem fertigen Apparat und der ersten Idee zu demselben. Hat man aber nur den Apparat erst so weit, dass er irgend etwas Bestimmtes unter denselben Umständen immer genau wieder giebt, so muss der Calcul dann das gehörige Resultat damit zu finden wissen."

Wie sehr er bestrebt war, durch Variirung der Beobachtungsumstände wirklich reine Resultate zu erhalten, ist bekannt; so äusserte er auch:

„Bei Untersuchung einer Theilung ist es sehr gut, recht viel von einander unabhängige Punkte als ersten Anfangspunkt zu wählen, und die verschiedenen dadurch gewonnenen Resultate mit einander zu combiniren und zu vergleichen."

Und wenn ihm zuweilen eine Vergleichung der Längenmaasse unsicher erschien, so rief er mir stets zu: „Aber ganz frisch vorsetzen!"; die angefangene Beobachtung musste ganz verworfen, die Mikrometer zurückgeschraubt und die den Contact vermittelnden Cylinder mussten gegen das Maass aufs Neue vorgeführt werden.

Betreffs der unvermeidlichen Fehlerquellen der Beobachtungen sagte er:

„Man muss ein Unvermeidliches nicht sowohl sehr klein zu machen

suchen, als vielmehr eine Bestimmung desselben möglich und dadurch seinen Einfluss unschädlich machen.“

Es mögen auch die folgenden allgemeineren jetzt durchweg als richtig anerkannten Aussprüche hier mitgetheilt werden:

„Maasse und Gewichte sind so arbiträre Dinge, dass es ohne Werth gewesen, sie mit Erdgrössen in ein bestimmtes Verhältniss bringen zu wollen,“

ferner:

„Man kann den Unterschied zwischen einem Natur- und einem Kunst-Product nicht kürzer und bestimmter definiren, als wenn man sagt: das Natur-Product wird unter dem Mikroskop immer schöner, je mehr man die Vergrösserung steigert, das Kunst-Product aber immer unvollkommener.“

Endlich sollen noch zwei Bessel's Briefen entnommene Urtheile über zwei bedeutende Gelehrte der ihm vorangegangenen Periode hier Platz finden. Die erste Aeusserung bezieht sich auf Borda: „Ueberhaupt kann man von Allem, was Borda gemacht oder angegeben, immer das Beste erwarten, er ist ein vortrefflicher, denkender Kopf gewesen.“ Die zweite Aeusserung betrifft den früher in der Schweiz, später — im Anfang dieses Jahrhunderts — in Berlin lebenden Professor Tralles. „Dieser“, sagte Bessel, „war ein tüchtiger Mann, „seine Methode, die grösste Dichtigkeit des Wassers dadurch zu bestimmen, dass zwei Thermometer, eines oben, das andere unten eingehängt werden, und man nun beobachtet, bis zu welchem Punkte hin das obere Thermometer fällt, das untere steigt, von wo ab dann das obere Thermometer immer höhere Grade zeigt, als das untere; — spricht das Praktische aller seiner Unternehmungen sehr glücklich aus. Wunderlich war er freilich manchmal, und Alles, was Pistor z. B. gemacht hatte, musste schlecht sein. Er hat sich daher auch nicht dazu verstanden, die Theilung der Kreis-Theilmaschine desselben zu untersuchen, und ich musste es dann später bei einem Besuche in Berlin übernehmen.“ —

Von meinen eigenen Erlebnissen will ich nun nur noch so viel mittheilen, dass mich Bessel im Jahre 1839 zu einer Reise nach Hamburg und Bremen einlud und ich hier noch dem hochbetagten Olbers meine Ehrerbietung bezeigen konnte. Es war 7 Monate vor seinem Tode. Schon wenige Jahre nachher, 1846, starb auch Bessel im Alter von 62 Jahren. Am 22. Juli 1884 werden es hundert Jahre sein, dass er in Minden geboren wurde. Diesen Tag werden Astronomen und Mechaniker gewiss als einen würdigen Gedächtnisstag feiern.

Ueber elektrische Uhren.

Von
Prof. **Fr. Arzberger** in Wien.

Seit ich mich mit elektrischen Uhren beschäftige — es mögen dies etwa die letzten 14 Jahre sein —, habe ich verschiedene Mittheilungen über diesen Gegenstand veröffentlicht, so in den Verhandlungen des naturforschenden Vereins in Brünn 1870, VIII. Band und 1871, IX. Band, in Dingler's Journal Band 194 u. 197 und a. a. O. Während dieser Zeit habe ich verschiedene elektrische Uhren aufgestellt, die theils durch den elektrischen Strom betrieben werden, theils bloss als Nebenuhren

durch Vermittelung des Stromes die Zeit einer Normaluhr wiedergeben. Von diesen Uhren sind solche mit Secundenzeiger an der technischen Hochschule in Brünn, am Observatorium der technischen Hochschule in Wien und an der Sternwarte zu Rio de Janeiro aufgestellt; Nebenuhren als Minutenspringer gehen seit vielen Jahren in diversen Wohnräumen und an anderen Orten, und versieht die älteste davon nun fast 13 Jahre anstandslos ihren Dienst. Alle diese Uhren arbeiten ohne Stromumkehrung, bloss durch abwechselnden Schluss und Unterbrechung, und die langjährige Erfahrung hat gezeigt, dass die Störungen, welche einerseits durch Corrosion der Contactstellen, andererseits durch den schädlichen Einfluss des remanenten Magnetismus entstehen, völlig vermieden worden sind.

Der allgemeineren Verbreitung der elektrischen Uhren stehen nach diesen Erfahrungen noch die Kosten entgegen, indem einerseits die Anschaffung der Uhren selbst, anderseits die Unterhaltungskosten der Batterien bisher zu hohe waren. Es ist daher eine lohnende Aufgabe, eine elektrische Uhr herzustellen, die möglichst einfach und in Folge dessen billig wird und die durch einen möglichst schwachen Strom betrieben werden kann. Diese Eigenschaften sind zunächst für die Nebenuhren erforderlich, deren ja viele von einer Normaluhr aus betrieben werden sollen. Unter allen Schaltungen, welche ich diesbezüglich untersucht habe, leistete bisher die folgende, vor einem halben Jahre zunächst für diesen Zweck von mir versuchte Einrichtung die besten Dienste.

An einer Welle *a* (Fig. 1), die zugleich Zeigerwelle ist, steckt ein Rad fest, dessen Zahnform aus der Figur ersichtlich ist. Ein Anker *K*, der um *b* eine schwingende Bewegung vollführen kann, ist mit zwei Klauen *m* und *n* versehen, welche in die Zähne des Rades eingreifen, dasselbe ruckweise nach der Pfeilrichtung vorschieben und sodann festhalten. In der gezeichneten Stellung hält *m* das Rad fest. Sobald der Anker nach links schwingt, greift *n* ein und rückt das Rad um einen halben Zahn vorwärts und hält dasselbe fest, bis der Anker wieder nach rechts schwingt, wodurch das Rad durch *m* wieder um einen halben Zahn vorgerückt wird.

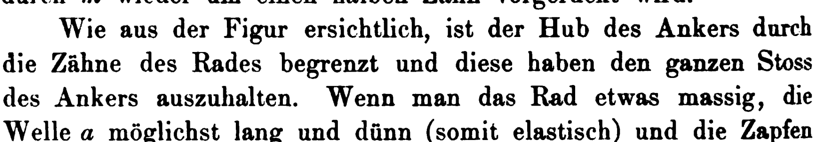


Fig. 1.

Wie aus der Figur ersichtlich, ist der Hub des Ankers durch die Zähne des Rades begrenzt und diese haben den ganzen Stoss des Ankers auszuhalten. Wenn man das Rad etwas massig, die Welle *a* möglichst lang und dünn (somit elastisch) und die Zapfen der Welle verhältnissmässig stark macht, so erleiden die Zapfenlöcher keine Deformation durch den Stoss, wie man besorgen könnte, so lange man sich nicht durch den Versuch vom Gegentheil überzeugt hat.

Jede Gegensperre ist überflüssig, und eben das Nichtvorhandensein einer solchen erleichtert die Bewegung wesentlich.

Der Zeiger, welcher an der Welle *a* steckt, macht mit dem Rade bei jedem Ruck des Ankers eine Vorwärtsbewegung um einen halben Zahn. Sind sonach 30 Zähne eingeschnitten und denkt man sich den Anker *K* mit dem Anker eines Elektromagneten verbunden, der durch ein Gewicht oder eine Feder vom Magneten entfernt wird, sobald der Strom unterbrochen ist, so wird bei Stromschluss $\frac{1}{60}$ und bei darauffolgender Stromunterbrechung abermals $\frac{1}{60}$ des Umkreises vom Zeiger zurückgelegt.

Diese Anordnung würde sonach einer Nebenuhr mit Secundenzeiger entsprechen, deren Normaluhr so eingerichtet ist, dass sie etwa jede gerade Secunde (die 0te, 2te, 4te) den Contact schliesst und jede ungerade Secunde (die 1te, 3te, 5te) den Contact unterbricht.

Für Minutenspringer giebt man zweckmässig 60 Zähne und lässt von der Normaluhr jede Minute einen kurzen Stromschluss bewirken, der etwa eine Secunde währt. Der Minutenzeiger macht dann jede Minute zwei rasch aufeinanderfolgende Ruckbewegungen von je $^1/_2$ Minute, was insofern sein Gutes hat, als bei etwas längeren und schwereren Zeigern, wie sie bei Minutenspringern vorkommen, die Stösse, die durch das Trägheitsmoment des Zeigers veranlasst werden, bei dem kleineren Ruck wesentlich geringer ausfallen.

Die Figuren 2 und 3 zeigen von der Rückseite die Anordnungen solcher Nebenuhren als Secunden- und als Minutenspringer eingerichtet, wobei meine vereinfachten Hufeisenmagnete, wie ich sie im vorigen Hefte dieser Zeitschrift S. 6 beschrieben habe, Anwendung finden. Mit Bezug auf diese frühere Mittheilung ist *h* der Ankerhebel, *W* der Entladungswiderstand zur Beseitigung der Funken am Contacte der Normaluhr und k_1 k_2 die isolirten Klemmen, in welche die Leitungsdrähte einge-

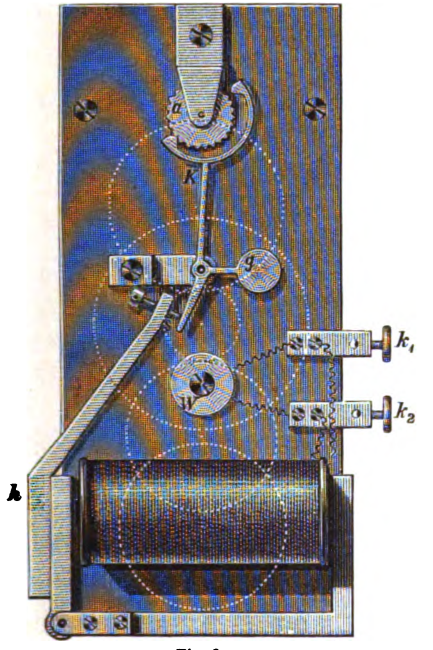



Fig. 2.

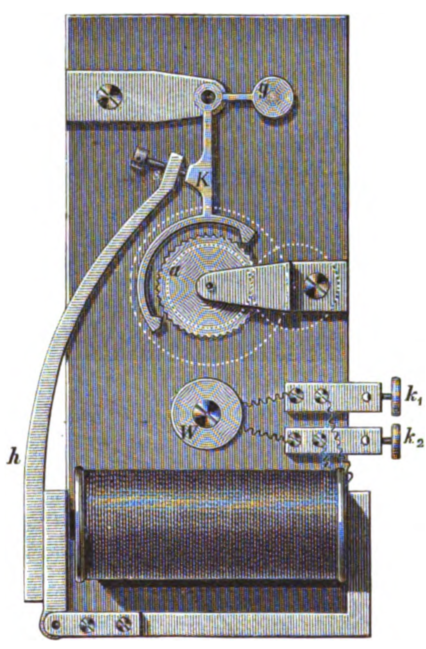


Fig. 3.

schaltet werden. *K* ist ein Anker wie der in Fig. 1, welcher einerseits durch die Stellschraube *s* des Ankerhebels *h*, andererseits durch das Gewicht *g* bewegt wird. Das Rad *a* der Secundenuhr (Fig. 2) hat 30, jenes der Minutenuhr (Fig. 3) 60 Zähne. Beim Secundenspringer sind die drei Zeiger für Secunden, Minuten und Stunden auf drei gesonderten Wellen unter einander, wie dies häufig an astronomischen Uhren angetroffen wird; bei dem Minutenspringer gehen wie gewöhnlich beide Zeiger aus einem Mittelpunkte.

Ueber Stauroskope und stauroskopische Methoden.

Von
Prof. Dr. **H. Laspeyres** in Aachen.

(Zweite Mittheilung.)

III. Die Genauigkeit der stauroskopischen Messungen.

Ueber die Zuverlässigkeit der stauroskopischen Methoden liegen in der Litteratur fast gar keine Untersuchungen vor. Ausser einer Angabe von Groth[1]), dass er mittels des Brezina'schen Polariskopes den Winkel zwischen der Schwingungsrichtung und einer Krystallaxe beim Baryt nach Anbringung der stauroskopischen Correction 0" 1,6' statt 0° gefunden habe, giebt nur Calderon[2]) zur Empfehlung seines Halbschattenapparates „von seinen zahlreichen Messungen einige Reihen, um die Empfindlichkeit der Einstellung erkennen zu lassen" und kommt dabei zu dem Schlusse, „dass die Genauigkeit der Methode nur wenig hinter derjenigen der krystallographischen Winkelmessung zurückbleibt". Bei einer vollständigen stauroskopischen Messung des Winkels zwischen der Schwingungsrichtung des Lichtes in einer Spaltlamelle von Calcit mit deren Endkante findet Calderon 51° 4' statt 50° 57', also eine Differenz von 7 Minuten.

Da aber die zur Correction der Stauroskopmessungen dienende Formel nicht $\sin\alpha = \frac{\sin\delta}{\sin\gamma}\sqrt{2}$[1])[3]) sondern nach Websky[4]) $\sin\alpha = \frac{\sin\delta}{\sin\gamma\sqrt{2}}$ ist, so werden die genannten Differenzen fast doppelt so gross. Danach liesse die Genauigkeit der stauroskopischen Messungen viel zu wünschen übrig.

Die nachstehenden, in gekürzter Tabellenform wiedergegebenen Beobachtungen — nicht bloss die guten sondern auch die weniger guten — werden aber darthun, dass bei einem wie in I beschriebenen und nach II justirten Fuess'schen Stauroskope und bei Mittelnahme aus möglichst zahlreichen Einstellungen Resultate erzielt werden können, welche nichts zu wünschen übrig lassen und zwar nicht bloss in weissem sondern auch in homogenem Lichte, bei welch' letzterem wegen seiner geringeren Intensität und leichteren Ermüdung des Auges die Einstellungen nicht so genau sein können als bei ersterem.

Das Natriumlicht giebt noch fast so gute Resultate als das weisse Licht, dagegen ist bei Thallium- und Lithiumlicht wegen dessen Lichtschwäche die Einstellung mittels Halbschattenapparate unbrauchbar[5]). Etwas lichtstärker und deshalb noch ziemlich gut zu gebrauchen, aber bekanntlich nicht homogen, ist das durch eine matte Glasscheibe und bunte Gläser gegangene directe Sonnenlicht.

Für genaue Resultate ist man also auf weisses und Natriumlicht angewiesen und wird, so lange es geht, dem ersteren den Vorzug geben. Die Anwendung desselben ist aber auf die Krystalle des hexagonalen, tetragonalen und rhombischen Systems, die ungleich seltener als mono- und trikline Krystalle stauroskopisch untersucht werden, beschränkt und auch nur dann, wenn die untersuchten Krystalllamellen nicht die Interferenzfarben dünner Blättchen im parallelen polarisirten Lichte

---

1) Pogg. Ann. 1871. **144.** 48.
2) Zeitschr. f. Kryst. u. Min. 1877. **2.** 68.
3) Groth Phys. Krystallographie 1876. 477.
4) Zeitschr. f. Kryst. u. Min. 1880. **4.** 567.
5) Vgl. Landolt, d. optische Drehvermögen 1879, 119.

zeigen. In diesem Falle sind nämlich die beiden Hälften des Gesichtsfeldes complementär gefärbt, was die Einstellung auf gleiche Intensität sehr erschwert, da das Auge gleiche Intensität bei ungleichen Farben nicht richtig zu schätzen vermag. Bei vielen Substanzen treten diese Interferenzfarben erst bei sehr geringer Dicke ein, bei anderen aber schon viel früher. So zeigt eine 1,5236 mm dicke Platte von Topas aus Sachsen die ersten, aber noch nicht störenden Anfänge von Interferenzfarben, während eine 1,2573 mm dicke Lamelle von Topas von Nertschinsk keine ganz genaue Einstellung in weissem Lichte mehr ermöglicht.

Man ist folglich auch bei Krystallen ohne Dispersion der Elasticitätsaxen für verschiedene Wellenlängen auf die Beobachtung in Natriumlicht beschränkt.

Die Einstellung der Schwingungsrichtung im Krystalle w auf die Trennungsfuge des Polariskopes m erfolgt durch Drehen das Objecttisches $\gamma\, l$, bis beide Hälften des Gesichtsfeldes gleiche Dunkelheit zeigen; in diesem Falle ist die Trennungsfuge kaum sichtbar. Manche empfehlen, den Krystall um diese Lage in immer kürzeren Bewegungen rasch hin und her zu drehen, bis das Auge dieselbe gefunden zu haben glaubt. Ich halte es für genauer, den Krystall langsam einmal nach links und andermal nach rechts zu drehen, bis das Auge keinen Unterschied in der Beschattung beider Hälften mehr wahrnehmen kann. Aus beiden Einstellungen wird dann der Mittelwerth genommen[6]). Zur besseren Einschränkung des subjectiven Einstellungsfehlers wiederhole ich diese Einstellungsart fünf Mal. Im Folgenden ist deshalb jede Winkelangabe das Mittel einer zehnfachen Einstellung, falls nicht in Klammer dahinter eine grössere Anzahl von Einzeleinstellungen angegeben ist.

Die Genauigkeit der Einstellung wird durch Schutz des Auges vor störendem Seitenlicht, vor Blendung, sowie vor Ermüdung und besonders durch Uebung wesentlich erhöht. Treten grosse Differenzen zwischen den Einzeleinstellungen ein, so muss deren Zahl vermehrt werden. Das Mittel aus 10 Einzeleinstellungen eliminirt fast ganz den Einstellungsfehler, denn die Mittel von je 10 Einstellungen schwanken meist nur um einzelne Minuten, auch wenn die Differenzen zwischen den Einzeleinstellungen mehr als 10—20 Minuten betragen.

Die erste Versuchsreihe wurde an einem farblosen und klaren Baryt-Krystall unbekannten Fundortes ausgeführt. Derselbe ist (Fig. 1) tafelförmig nach $P = 0P$ (001), 7 mm lang, 4 mm breit und am Rande begrenzt durch $M = \infty P$ (110). Die kurze Diagonale $a'\, a''$ dieser rhombischen Tafel ist die Brachyaxe, erste Mittellinie und Axe der kleinsten Elasticität. Die lange Diagonale $b'\, b''$ ist Makroaxe, optische Queraxe und Axe der mittleren Elasticität. Die Normale zur Tafel ist die Verticalaxe, zweite Mittellinie und Axe der grössten Elasticität. Die Oberseite der Tafel sei P, die Unterseite P' genannt.

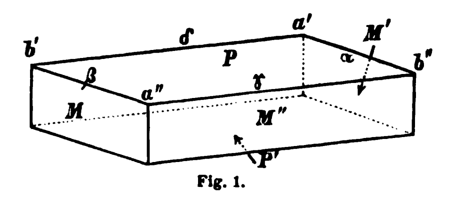


Fig. 1.

Die im grossen Fernrohrgoniometer genau messbaren Winkel zwischen den Normalen zu den Krystallflächen betragen:

[6]) Calderon[3]) empfiehlt, die Drehung so lange fortzusetzen, bis man anfängt, einen Unterschied der Beschattung beider Hälften erst zu Gunsten der rechten, dann der linken Hälfte zu bemerken und aus beiden Stellungen das Mittel zu nehmen.

$M : M'' = 101° 39' 42''$ (4); nach Naumann $101° 40'$
$M' : P = 89° 56' 35''$ (4); „ „ $90° —'$
$M' : P' = 89° 54' 45''$ (4); „ „ $90° —'$
$M'' : P = 89° 58' 45''$ (4); „ „ $90° —'$
$M'' : P' = 89° 55' 25''$ (4); „ „ $90° —'$.

Die Tafelflächen P und P' sind demnach nicht ganz eben, sondern durch „vicinale Flächen" schwach gewölbt, P etwas geringer als P'. Die Dicke der nicht genau planparallelen Platte, im Sphärometer gemessen, beträgt bei

$\alpha = 1{,}0530$ mm ⎫ Neigung von $\beta : \alpha = 0° 9' 21''$ nach obiger Goniometermessung $0° 8' 40''$
$\beta = 1{,}0720$ „ ⎭ Entfernung „ $\beta : \alpha = 7$ mm
$\gamma = 1{,}0750$ „ ⎫ Neigung „ $\delta : \gamma = 0° 3' 53''$ „ „ „ „ $0° 5' 50''$
$\delta = 1{,}0795$ „ ⎭ Entfernung „ $\delta : \gamma = 4$ mm.

Bei jeder Beleuchtungsart erweist sich dieser Krystall zum Halbschattenapparat sehr gut empfindlich.

Baryt.

Des Krystalles: Lage	Des Krystalles: Seite nach oben	Temp. °C.	Erste Mittellinie kleinste Elasticitätsaxe: Hälfte a'	Hälfte a''	Mittel	Optische Queraxe mittlere Elasticitätsaxe: Hälfte b''	Hälfte b'	Mittel	Differenz beider Mittel oder Winkel zwischen den Elasticitätsaxen a' u. b'' oder a'' u. b'
				a) Weisses Licht.					
I			° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′
Kante $M' : P$ bildet mit der Normalen zur Linie 0° : 180° des Limbus 0° 12,74 Minuten.	Ober-	16.6	39 21.5	219 20.0	39 20.75	309 18 0	129 23.9	309 20.95	89 59.80
	„	„	„ 23.4	„ 17.5	„ 20 45	„ 20.3	„ 22.2	„ 21.25	89 59.20
	„	„	„ 19.0	„ 19.2	„ 19.10	„ 17.9	„ 19 0	„ 18.45	90 0.65
	Unter-	„	320 44.3	140 35.5	320 39.90	50 35.4	230 42.9	50 39.15	89 59.25
	„	„	„ 42.0	„ 32.9	„ 37.45	„ 33.2	„ 41.3	„ 37.25	89 59.80
	„	„	„ 41.6	„ 34.1	„ 37.85	„ 35.5	„ 40.7	„ 38.10	90 0.25
im Mittel . . .	Ober-	„	39 21.30	219 18.90	39 20.10	309 18.70	129 21.70	309 20.20	89 59.90
	Unter-	„	320 42.63	140 34.17	320 38.40	50 34.70	230 41.63	50 38.17	89 59.77
Mittel aus Ober- u. Unterseite					39 20.85			50 38.99	89 59.84
Stauroskopische Correction nach Groth-Websky					— 0 12.74			+ 0 12.74	
Ia					39 8.11			50 51.73	89 59.84 (240)
				b) Natrium-Licht.					
I wie bei *a*	Ober-	16.6	39 21.0	219 22.4	39 21.70	309 22.1	129 22.8	309 22.45	89 59.25
	„	„	„ 18.8	„ 21.5	„ 20.15	„ 20.4	„ 18.2	„ 19.30	90 0.85
	Unter-	„	320 38.5	140 35.1	320 36.80	50 35.2	230 37.9	50 36.55	89 59.75
	„	„	„ 41.3	„ 33.4	„ 37.85	„ 34.4	„ 40.4	„ 37.40	90 0.05
im Mittel. . . .	Ober-	„	39 19.90	219 21.95	39 20.93	309 21.25	129 20.50	309 20.88	90 0 05
	Unter-	„	320 39.90	140 34.25	320 37.08	50 34.80	230 39.15	50 36 96	89 59.90
Mittel aus Ober- u. Unterseite					39 21.93			50 38.04	89 59.97
Stauroskopische Correction nach Groth-Websky					— 0 12 74			+ 0 12.74	
Ib					39 9.19			50 50.78	89 59.97 (160)
				c) Rothes Licht.					
I wie bei *a* u. *b*	Ober-	16.6	39 21.3	219 22.2	39 21.75	309 18.9	129 22.0	309 20.45	90 1.30
	Unter-	„	320 40.8	140 31.0	320 35.90	50 30.7	230 37.2	50 33.95	89 58.05
Mittel aus Ober- u. Unterseite					39 22.93			50 36.75	89 59.68
Stauroskopische Correction nach Groth-Websky					— 0 12.74			+ 0 12.74	
Ic					39 10.19			50 49.49	89 59.68 (80)
				a) Weisses Licht.					
II Kante $M' : P$ bildet mit d. Norm. z. Linie 0° : 180° d. Limbus 0° 10,13 Minuten.			° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′
	Ober-	16.6	39 7.9	219 29.6	39 18.75	309 10.3	129 26.8	309 18.55	90 0.20
	Unter-	„	320 32.8	140 37.8	320 35.30	50 40.3	230 29.5	50 34.90	89 59.60
Mittel aus Ober- u. Unterseite					39 21.73			50 38.17	89 59.90
Stauroskopische Correction nach Groth-Websky					— 0 10.13			+ 0 10.13	
IIa					39 11.60			50 48 30	89 59.90 (80)

Des Krystalles: Lage:	Seite nach oben	Temp. °C.	Erste Mittellinie kleinste Elasticitätsaxe: Hälfte a'	Hälfte a''	Mittel	Optische Queraxe mittlere Elasticitätsaxe: Hälfte b''	Hälfte b'	Mittel	Differenz beider Mittel oder Winkel zwischen den Elasticitätsaxen a' u. b'' oder a'' u. b'
					b) Natrium-Licht.				
II	Ober-	16.6	39 15.9	219 30.0	39 22.95	309 16.9	129 28.6	309 22.75	90 0.20
wie bei *a*	„	„	„ 10.6	„ 27.1	„ 18.85	„ 11.7	„ 24.8	309 18.25	„ 0.60
	Unter-	„	320 36.1	140 36.3	320 36.20	50 43.4	230 30.7	50 37.05	„ 0.85
	„	„	„ 35.8	„ 38.6	„ 37.20	„ 44.2	„ 30.8	„ 37.50	„ 0.30
im Mittel . . .	Ober-	„	39 13.25	219 28.55	39 20.90	309 14.30	129 26.70	309 20.50	„ 0.40
	Unter-	„	320 35 95	140 37.45	320 36.70	50 43.80	230 30.75	50 37.28	„ 0.58
Mittel aus Ober- u. Unterseite					39 22.10			50 38.39	90 0.49
Stauroskopische Correction nach Groth-Websky					— 0 10 13			+ 0 10.13	
IIb					39 11.97			50 48.52	90 0.49 (160)
III					*a*) Weisses Licht.				
Kante $M':P$ bildet mit d. Norm. zu 0° : 180° d. L. 0° 27.65 Minuten.	Ober-	17.9	39 31.1	219 39.7	39 35.40	309 34.0	129 38.2	309 36.10	89 59.30
	Unter-	„	320 34.0	140 18.3	320 26.15	50 19.6	230 32.3	50 25.95	89 59.80
Mittel aus Ober- und Unterseite					39 34.63			50 24.92	89 59.55
Stauroskopische Correction nach Groth-Websky					— 0 27.65			+ 0 27 65	
IIIa					39 6.98			50 52.57	89 59.55 (80)
III					*b*) Natrium-Licht.				
wie bei *a*	Ober-	17.9	39 31.7	219 40.7	39 36.20	309 34.9	129 39.7	309 37.30	89 58.90
	Unter-	„	320 34.9	140 21.2	320 28.05	50 21.0	230 33.6	50 27.30	89 59.25
Mittel aus Ober- und Unterseite					39 34.08			50 25. 0	89 59.08
Stauroskopische Correction nach Groth-Websky					— 0 27.65			+ 0 27.65	
IIIb					39 6.43			50 52.65	89 59.08 (80)

Nach vorstehender Tabelle bildet die erste Mittellinie (Axe der kleinsten Elasticität) mit der Normalen zu der Krystallkante $\infty P : 0P = M : P = (110) : (001)$

beim Versuche I *a* 39° 8,11′ (120)
I *b* „ 9,19 (80)
I *c* „ 10,19 (40)
II *a* „ 11,60 (40)
II *b* „ 11,97 (80)
III *a* „ 6,98 (40)
III *b* „ 6,43 (40)
im Mittel $A =$ 39° 9,21 (440).

Die optische Queraxe (Axe der mittleren Elasticität) bildet mit derselben Normalen

beim Versuche I *a* 50° 51,73′ (120)
I *b* „ 50,78 (80)
I *c* „ 49,49 (40)
II *a* „ 48,30 (40)
II *b* „ 48,52 (80)
III *a* „ 52,57 (40)
III *b* „ 52,65 (40)
im Mittel $B =$ 50° 50,28 (440).

Diese beiden Elasticitätsaxen schliessen ein

beim Versuche I *a* 89° 59,84′
I *b* „ 59,97
I *c* „ 59,68
II *a* „ 59,90
II *b* 90° 0,49
III *a* 89° 59,55
III *b* „ 59,08
im Mittel $C =$ 89° 59,79.

Nach den mitgetheilten Goniometermessungen erfordert die Theorie für diese drei Winkel die Werthe

$$A = 39^\circ\ 10{,}15'$$
$$B = 50^\circ\ 49{,}85'$$
$$C = 90^\circ\ \ 0{,}00';$$

die Differenzen zwischen „Gefunden" und „Berechnet" betragen

bei $A = -0^\circ\ 0{,}94'$ (0,040%)
„ $B = +0^\circ\ 0{,}73'$ (0,024%)
„ $C = -0^\circ\ 0{,}21'$ (0,004%).

Da die Mittel der einzelnen, bei verschiedenen Lichtarten ausgeführten Versuche unter sich gut stimmen, ist hiermit experimentell der bisher in aller Schärfe nur theoretisch geführte Beweis erbracht, dass in rhombischen Krystallen die optischen Elasticitätsaxen normal zu einander stehen, sowie dass sie für alle Lichtarten unter sich und mit den krystallographischen Axen zusammenfallen.

Die zweite Versuchsreihe wurde an einer Spaltlamelle des s. g. Doppelspaths von Island (Fig. 2) ausgeführt. Da die Flächen solcher Spaltlamellen niemals auf weitere Erstreckung vollkommen eben sind, wurden sie zum regelmässigen Aus- und Eintritt der Lichtstrahlen geschliffen und polirt, damit das Gesichtsfeld keine die Einstellung beeinträchtigenden Discontinuitäten zeigte. Die Schliffflächen wurden den Spaltflächen, so gut es ging, parallel gelegt. Die Calcitplatte ist aber nicht ganz genau planparallel ausgefallen, denn ihre Dicke beträgt im Sphärometer gemessen:

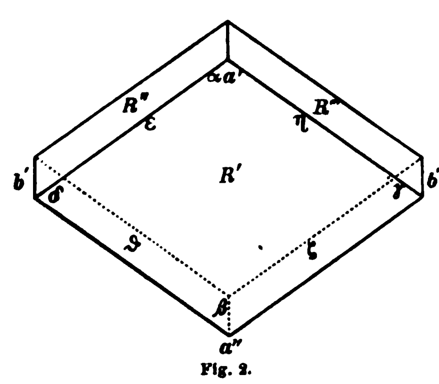


Fig. 2.

bei $\alpha = 1{,}95075$ mm	Entfernung von $\beta : \alpha = 8$ mm	
„ $\beta = 1{,}97100$ „	Neigung „ „ „ $= 0^\circ\ 8'\ 43''$	
„ $\gamma = 1{,}98850$ „	Entfernung „ $\gamma : \delta = 10$ mm	
„ $\delta = 1{,}91400$ „	Neigung „ „ „ $= 0^\circ\ 25'\ 36''$	
„ $\varepsilon = 1{,}94400$ „	Entfernung „ $\zeta : \varepsilon = 11$ mm	
„ $\zeta = 1{,}98025$ „	Neigung „ „ „ $= 0^\circ\ 11'\ 20''$	
„ $\eta = 1{,}97150$ „	Entfernung „ $\eta : \vartheta = 7$ mm	
„ $\vartheta = 1{,}94325$ „	Neigung „ „ „ $= 0^\circ\ 13'\ 53''$.	

Die Kante der Rhomboëderflächen R' und R'' wurde der Normalen zur Linie $0^\circ : 180^\circ$ des Limbus parallel gelegt. Die Abweichung von dieser Lage (s. g. Stauroskopische Correction nach Groth-Websky) betrug 0° 13,18 Minuten. Die Lamelle erwies sich stets sehr gut empfindlich im Apparate.

Ihre lange Diagonale $b'\ b''$ von Randecke zu Randecken des Rhomboëders ist die Richtung der Nebenaxe und die Axe der kleinsten Elasticität, da der Calcit negativ doppelbrechend ist. Die kurze Diagonale $a'\ a''$, von Endecke zur Randecke ist die Durchschnittslinie des Hauptschnittes mit der Rhomboëderfläche R' also die Richtung der grösseren Elasticität.

Calcit.

Des Krystalles		Temp.	Kurze Diagonale Richtung mittlerer Elasticität			Lange Diagonale Kleinste Elasticitätsaxe			Differenz beider Mittel oder Winkel zwischen den Hauptschwingungsrichtungen a' u. b'' oder a'' u. b'
Lage	Seite nach oben	° C.	Hälfte a'	Hälfte a''	Mittel	Hälfte b''	Hälfte b'	Mittel	
			a) Weisses Licht.						
			° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′
I	Unter-	20.6	38 10.5	218 51.2	38 30.85	308 41.7	128 20.6	308 31.15	89 59.70
	„	22.0	„ 28.9	219 7.2	„ 48.05	„ 59 3	„ 37.0	„ 48.15	„ 59.90
	Ober-	20.6	321 28.9	140 45.8	321 7.35	51 10.3	230 59.9	51 5.10	„ 57.75
	„	22.0	„ 16.2	„ 33.6	320 54.90	50 55.0	„ 54.5	50 54.75	„ 59.85
im Mittel …	Unter-	21.3	38 19.7	218 59.2	38 39.45	308 50.5	128 28.8	308 39.65	„ 59.80
	Ober-	„	321 22.6	140 39.7	321 1.13	51 2.7	230 57.2	50 59.93	„ 58.80
Mittel aus Ober- und Unterseite					38 49.16			51 10.14	89 59.30
Stauroskopische Correction nach Groth-Websky ……					+ 0 13.18			− 0 13.18	
Ia					39 2.34			50 56.96	89 59.30 (160)
			b) Natrium-Licht.						
I	Unter-	22.0	38 16.5	218 51.9	38 34.20	308 43.8	128 24.5	308 34.15	90 0.05
wie bei *a*	„	„	„ 30.1	219 7.3	„ 48.70	309 2.0	„ 40.1	„ 51.05	89 57.65
	„	„	„ 31.6	„ 18.4	„ 55.00	„ 8.0	„ 35.8	„ 51.90	90 3.10
	Ober-	„	321 30.6	140 44.1	321 7.35	51 10.7	230 59.9	51 5.30	89 57.95
	„	„	„ 22.8	„ 45.1	„ 3.95	„ 4.9	„ 57.1	„ 1.00	„ 57.05
	„	„	„ 25.4	„ 35.9	„ 0.65	„ 0.8	231 0.4	„ 0.60	„ 59.95
im Mittel …	Unter-	„	38 26.07	219 5 87	38 45.97	308 57.9	128 33.5	308 45.70	90 0.27
	Ober-	„	321 26.27	140 41.70	321 3.98	51 5.5	230 59.1	51 2.30	89 58.32
Mittel aus Ober- und Unterseite					38 51.00			51 8.30	89 59.30
Stauroskopische Correction nach Groth-Websky ……					+ 0 13.18			− 0 13.18	
Ib					39 4.18			50 55.12	89 59.30 (240)
			c) Rothes Licht.						
I	Unter-	22.0	38 29.8	219 9.0	38 49.40	309 1.6	128 36.2	308 48.90	90 0.50
wie bei *a* u. *b*	„	„	„ 29.7	„ 16.2	„ 52.95	„ 6.5	„ 36.2	„ 51.35	„ 1.60
	Ober-	„	321 27.5	140 34.2	321 0.85	51 3.0	230 56.2	50 59.60	89 58.75
	„	„	„ 23.1	„ 34.8	320 58.95	„ 1.3	„ 56.9	„ 59.10	90 0.15
im Mittel …	Unter-	„	38 29.75	219 12.6	38 51.17	309 4.05	128 36.2	308 50.13	„ 1.05
	Ober-	„	321 25.30	140 34.5	320 59.90	51 2.15	230 56.55	50 59.35	89 59.45
Mittel aus Ober- und Unterseite					38 55.63			51 4.62	90 0.25
Stauroskopische Correction nach Groth-Websky ……					+ 0 13.18			− 0 13.18	
Ic					39 8 81			50 51.44	90 0.25 (160)
			d) Blaues Licht.						
I	Unter-	22.0	38 29.2	219 16.1	38 52.65	309 6.3	128 36.6	308 51.45	90 1.20
wie bei *a* u. *c*	Ober-	„	321 24 2	140 35.7	320 59.95	51 2.0	230 57.0	50 59.50	89 59.55
Mittel aus Ober- und Unterseite					38 56.35			51 4.03	90 0.38
Stauroskopische Correction nach Groth-Websky ……					+ 0 13.18			− 0 13.18	
Id					39 9.53			50 50.45	90 0.38 (80)

Hiernach bilden die kurze Diagonale $a' a''$ und die Normale zur Kante $a' b'$ des Rhomboëders mit einander

für weisses Licht 39° 2,34′
„ gelbes „ „ 4,18
„ rothes „ „ 8,81
„ blaues „ „ 9,53,

während der aus den Goniometermessungen berechnete Winkel 39° 2,50′ beträgt. Die Differenzen sind demnach

für weisses Licht — 0° 0,16′ (0,007%)
„ gelbes „ + 0° 1,68′ (0,072%)
„ rothes „ + 0° 6,31′ (0,226%)
„ blaues „ + 0° 7,03′ (0,299%).

Der Winkel zwischen der langen Diagonale $b' b''$ und derselben Normale ist

für weisses Licht 50° 56,96′
„ gelbes „ „ 55,12′
„ rothes „ „ 51,44′
„ blaues „ „ 50,45′
berechnet „ „ 57,50′;

die Differenzen sind

für weisses Licht	— 0° 0,54′	(0,017%)
„ gelbes „	— 0° 2,38′	(0,078%)
„ rothes „	— 0° 6,06′	(0,199%)
„ blaues „	— 0° 7,05′	(0,231%).

Die Genauigkeit der Bestimmung ist für weisses Licht vollkommen, für Natriumlicht noch sehr gross, nimmt aber mit der Intensität der Lichtart rasch ab.

Die beiden Hauptschwingungsrichtungen $a' a''$ und $b' b''$ schliessen zwischen a' und b'' oder b' und a'' folgende Winkel ein

für weisses Licht	89°	59,30′
„ gelbes „	„	59,30
„ rothes „	90°	0,25
„ blaues „	„	0,38
im Mittel	90°	59,81, Fehler 0° 0,19′ (0,004%)[7].

Aus beiden Versuchsreihen geht hervor, dass die stauroskopische Bestimmungsmethode bei zahlreichen Einstellungen und bei zuverlässig justirten Apparaten anderen physikalischen Messungsmethoden nicht nachsteht. Deshalb dürfte es sich zur Erhöhung der Genauigkeit und auch zur bequemeren Beobachtung empfehlen, den in der bisherigen Construction vielfach mangelhaften Stauroskopen eine bessere Einrichtung zu geben, welche sie zu Präcisionsinstrumenten, etwa wie die grossen Polaristrobometer, erheben.

Eine Mittheilung über diese neuen Stauroskope, welche Herr Fuess zu construiren sich bereit erklärt hat, soll seiner Zeit in dieser Zeitschrift gegeben werden.

Ueber die Messung des Winddruckes durch registrirende Apparate.

Von
Dr. A. Sprung in Hamburg.

Als Apparat zur Messung der Windstärke hat sich das Robinson'sche Schalenkreuz überall eingebürgert; der Grund liegt weniger in der Genauigkeit der Messung, als in der Bequemlichkeit und Sicherheit, welche die Vorrichtung dadurch bietet, dass sie von der Richtung des Windes unabhängig ist. Aufgeben wird man das Schalenkreuz auch deshalb nicht, weil wenigstens die Möglichkeit existirt, empirisch zu ermitteln, in welcher Beziehung die Geschwindigkeit der Schalen-Mittelpunkte zu der Geschwindigkeit des Windes steht. Indessen man kommt mit dem Schalenkreuz nicht aus, weil dasselbe nicht die augenblickliche Windgeschwindigkeit, sondern nur Mittelwerthe aus grösseren oder kleineren Zeiträumen zu messen gestattet.

---

[7]) Bei einem anderen sehr empfindlichen natürlichen Spaltungsstücke des Doppelspathes von 1,0390 mm Dicke betrug dieser Winkel

für weisses Licht	89°	59,93′	(240)
„ gelbes „	90°	0,22′	(160)
im Mittel	90°	0,08′	(400)

Vielfach wird von den Anemometern nur von Stunde zu Stunde der Windweg registrirt; dass in diesem Falle manche interessante Erscheinung vorübergehender Verstärkung des Windes fast gar nicht zum Ausdruck gebracht wird, liegt auf der Hand. Um nun aber auch beispielsweise Form, Stärke und Zeitdauer der Gewitterstürme und Böen durch die Aufzeichnungen feststellen zu können, muss man wieder darauf zurückgehen, ausser den Geschwindigkeitsmessern noch Registrir-Apparate für Winddruck anzuwenden, wie sie schon seit geraumer Zeit in den verschiedensten Formen benutzt werden.

Nun ist aber die Drucktafel schon deshalb keine rationelle Form des Winddruck-Apparates, weil sie immer erst durch eine andere Vorrichtung gegen den Wind gerichtet werden muss, wodurch die Genauigkeit der Aufzeichnungen selbstverständlich beeinträchtigt wird. Es liegt offenbar sehr nahe, die Tafel durch eine Kugel zu ersetzen, weil dieselbe, bei zweckmässiger Verwendung, für den Winddruck dieselben Vortheile bieten kann, wie das Schalenkreuz für die Geschwindigkeit des Windes; und in der That sind auch bereits Versuche in dieser Richtung angestellt worden: Colding[1]) liess in der Verticalebene der Luftbewegung ein Pendel mit Kugel schwingen; Howlett[2]) brachte die Kugel auf dem oberen Ende einer verticalen, in der Mitte gestützten Stange an, deren unteres Ende die Bewegung derartig aufzeichnete, dass sich wenigstens die stärksten Ausschläge und die Richtung des sie veranlassenden Windes erkennen liessen.

Es ist nicht schwierig, die Einrichtung so zu treffen, dass die Grösse der radialen Bewegungen eines solchen Pendels automatisch aufgezeichnet wird; man würde aber in Verlegenheit gerathen, wenn man nach der Grösse des Ausschlages die Stärke des Windes bestimmen wollte, denn diese Vorrichtung (und ebenso jede Drucktafel, deren Aufzeichnung auf einer Bewegung der Tafel selbst beruht) ist eben ein Pendel und schiesst über diejenige Lage, welche sie bei ganz allmählichem Anwachsen des Windes erreichen würde, erheblich hinaus, wenn das Anschwellen schnell erfolgt. (Als ich z. B. bei einer Drucktafelvorrichtung mit langer Transmissionsstange den Druck plötzlich von einem auf zwei Kilogramm (pro $\frac{1}{20}$ Quadratmeter) anwachsen liess, entsprach der erste Ausschlag einem gleichförmigen Drucke von etwa 2,8 Kilogramm, und erst nach 16 ganzen Schwingungen kam der Schreibstift in derjenigen Stellung, welche zwei Kilogramm Druck entspricht, zur Ruhe). Da man aber in Betreff der Geschwindigkeit des Anwachsens auf oberflächliche Schätzungen angewiesen ist, so bleibt man hinsichtlich der wahren Bedeutung des Ausschlages im Unklaren.

Diese Schwierigkeit wird vollständig umgangen, wenn man dem Pendel überhaupt keine Bewegung gestattet, sondern anstatt dessen den seitlichen Druck, welchen die Kugel erfährt, auf irgend eine Weise in Bewegung umsetzt, ohne dass die Kugel dabei ihre Lage ändert; genau dasselbe Problem ist aber in unserer Construction des Waagebarographen gelöst. Leider ist indess die Windstärke weit schnelleren Aenderungen ausgesetzt als der Luftdruck, und aus diesem Grunde habe ich bisher überhaupt Anstand genommen, für den Winddruck-Apparat eine ähnliche

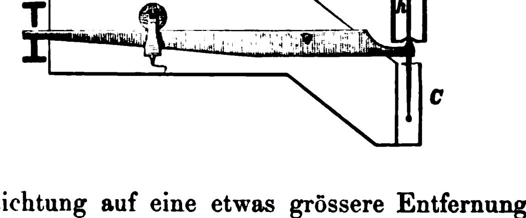
---

[1]) Man vgl. das Referat im XVI. Bande S. 269 der Oesterreich. Zeitschrift für Meteorologie.

[2]) In einem Artikel des „Engineer" vom 21. Mai 1880, welcher anlässlich des Sturzes der Tay-Brücke geschrieben wurde, findet man Folgendes: *This Instrument has for many years been in constant use on the rifle range of the Royal Laboratory at the Royal arsenal and gives admirable results.*

Construction zu empfehlen. Nachdem mir aber Gelegenheit geboten worden ist, die Thätigkeit des Barographen zu beobachten, veranlasst mich dazu die Ueberlegung, dass die Eigenartigkeit der Construction es zu beurtheilen erlaubt, ob das Laufrad der Aenderung der Windstärke zu folgen vermochte oder nicht; in letzterem Falle entsteht nämlich eine zarte gerade Linie, welche in einer gegebenen Neigung gegen die Horizontale aufsteigt, in ersterem Falle dagegen wird die Curve durch eine breitere Zickzacklinie repräsentirt. Berücksichtigt man ferner, dass der Apparat, sobald sich in dieser Beziehung ein ungünstiges Resultat ergeben sollte, durch Anwendung eines schwereren Laufrades leicht corrigirt werden kann, so dürfte ein Versuch, das in Rede stehende Princip auch auf die Messung des Winddruckes auszudehnen, durchaus lohnend erscheinen. Anstatt der gewöhnlichen Uhr sollte man alsdann eine solche mit conischem Pendel anwenden, weil bei dieser die Bewegung eine continuirliche ist.

Die beistehende Figur mag illustriren, wie ich mir die Anordnung der wesentlichsten Theile des Apparates vorstelle. Den obersten, möglichst weit das Dach des Gebäudes überragenden Theil des Pendels bildet die metallene Hohlkugel *K*; unterhalb des Drehungspunktes *d* befindet sich in irgend einer Form soviel Masse *h*, dass der Schwerpunkt des ganzen Pendels ein wenig unter dem Drehungspunkte liegt. In der Höhe des letzteren ist die Pendelstange von einer Kreisscheibe *s* umgeben, deren Rand in der Ruhelage des Pendels den oberen Rand des als Transmissionsstange fungirenden Metallrohres *T* nur nahezu berührt, unter dem Einflusse des Windes aber sofort auf letztere an irgend einer, von der Windrichtung abhängigen Stelle einen verticalen Druck nach unten ausübt; den Schwankungen dieses Druckes folgt automatisch in bekannter Weise das Laufrad in seiner horizontalen Bewegung auf dem längeren Arme des Waagebalkens. — Die geringfügige Drehung des Pendels um den Punkt *d* kann vermöge der Cardani'schen Vorrichtung erfolgen; der Träger derselben (*e*) wird durch drei oder vier Strebbalken gehalten, welche — durch Schlitze im Transmissionscylinder und im Pendelrohr hindurchgehend — in das am Gebäude befestigte Rohr *B* eingefügt sind; über den oberen verengten Theil dieses Rohres *B* greift zum Schutze gegen das Eindringen des Regenwassers die am Pendelrohre angebrachte Kapsel *k*.



Soll der Winddruck in verticaler Richtung auf eine etwas grössere Entfernung übertragen werden, so kann dazu ein Stahldraht dienen; es muss alsdann umgekehrt der Cylinder *T* über den Rand der Scheibe *s* hinübergreifen, und die Vorrichtung muss an demselben Waagebalkenarme wirken, wie das Laufrad.

In unserer Figur ist die erste Form der Druckübertragung besonders deswegen gewählt, weil die Möglichkeit der gleichzeitigen Registrirung der Windrichtung an

demselben Apparate angedeutet werden sollte. Ist die Bewegung des Pendels auch sehr gering, so wird der Ausschlag einer kleinen Messing- oder Bleikugel am unteren Ende der genügend verlängerten Pendelstange *h* dennoch hinreichen können, um an der Innenseite des mit *„metallic paper“* ausgekleideten Cylinders *C* (welcher mit der Schreibtafel *W* heruntersinkt) eine deutlich sichtbare Spur zu erzeugen.

In bekannter Weise könnte derselbe Zweck etwas umständlicher, aber auch sicherer, durch Einfügung von 16 isolirten Metalldrähten in den oberen Theil des Cylinders *T* erreicht werden, von denen je nach der Windrichtung bald der eine, bald der andere mit der Scheibe *s* in Berührung kommt und je einen von 16 kleinen Elektromagneten, welche in einer horizontalen Linie der Schreibtafel *W* etwa an ihrer Rückseite gegenüberstehen, zur Thätigkeit bringt; auf diese Weise kann die Aufzeichnung auch unschwer an jeder beliebigen, bequem gelegenen Stelle eines Gebäudes erfolgen. Um ebenso frei, oder vielmehr noch ungebundener, über den Ort der hier hauptsächlich in Frage kommenden Registrirung des Winddruckes disponiren zu können, bedarf es der Anwendung des Verfahrens der Fern-Registrirung, wie alle von mir vorgeschlagenen Apparate sie gestatten; das hierzu erforderliche zweite Instrument besteht in allen Fällen aus den folgenden, an einem Eisen-Stativ befestigten Stücken: Uhr, Schreibtafel, Leitschraube mit Schreibstiftvorrichtung und Elektromagnet.

Es kam mir vor Allem darauf an, im Vorstehenden auf die Richtung hinzuweisen, in welcher sich meiner Ansicht nach die Entwickelung der Messung des Winddruckes vollziehen muss; das Ziel einer wesentlichen Verbesserung derselben wird auf dem angedeuteten Wege jedenfalls erreichbar sein, wenn auch vielleicht nicht beim ersten Versuche.

Mikroskopische Ablesevorrichtung für feine Waagen.

(Nachtrag zur Abhandlung „Ueber die Waage des Chemikers“.)

Von
Prof. Dr. **W. Dittmar** in Glasgow.

Seit Abfassung meiner Abhandlung „Ueber die Waage des Chemikers“ habe ich die in derselben oft erwähnte Oertling'sche Hektogrammwaage zum Nachschleifen und Randjustiren der Schneiden Herrn Oertling zugeschickt, und diese Gelegenheit benutzt, um neben der gewöhnlichen eine mikroskopische Ablesevorrichtung, die mir vorschwebte, anbringen zu lassen. Dieselbe hat sich so über alle Erwartung gut bewährt, dass ich den Lesern dieser Zeitschrift einen Dienst zu erweisen glaube, wenn ich sie hiermit beschreibe.

Etwas oberhalb der gewöhnlichen (festen) Scale ist eine an die Nadel in schiefer Stellung befestigte, sehr fein eingetheilte Elfenbeinscale angebracht, und zur Ablesung dieser ein mit einem verticalen Faden versehenes Mikroskop in geneigter Stellung in dem mittleren (festen) Theil der Vorderwand des Glaskastens eingesetzt. Je ein Grad der gewöhnlichen Scale ist ca. ein Millimeter lang; ein Grad der mikroskopischen ist im Winkelwerth genau gleich 0,1" der ersteren. Die Linsen des Mikroskops sind so gewählt, dass man bei einem Abstande des Objectivs von der Scale um ca. 1 Zoll ein deutliches Bild erhält, das ungefähr das Aussehen einer



Millimeter-Scale zeigt. Meine Schwerpunktsknopfvorrichtung (s. d. Abh.) ist jetzt überflüssig geworden. Der Schwerpunkt ist und bleibt in der Stellung, bei der 1 mg Uebergewicht genau 1'' der gewöhnlichen Scale entspricht. Die Schwingungszeit beträgt unter diesem Umstande

für $p =$	0	100 Gramm
nur	5,5	10,5 Sekunden

und die Empfindlichkeitsinconstanz ist praktisch gleich Null.

Zur Ausführung einer Wägung benutzt man zunächst die gewöhnliche Scale und stellt Gleichgewicht her bis auf ± 0.5 mg, was für viele chemische Zwecke genügt. Verlangt man eine höhere Genauigkeit, so sieht man einfach in's Mikroskop und bringt für je 1'' der feinen Scale ± 0.1 mg in Rechnung — mit einem Fehler, der ± 0.2 (kleine) Grade (= 0.02 mg) nicht zu übersteigen braucht. Dass das Mikroskop das natürliche Bild der Scale umkehrt, ist ein Vortheil: die scheinbare Bewegung des Fadens gegen die Scale an der Nadel erfolgt in demselben Sinne, wie die wirkliche Bewegung der Nadel in Bezug auf die gewöhnliche (feste) Scale. Ich finde das Mikroskop so bequem, dass ich es bei allen genaueren Wägungen benutze.

Mit Hülfe der beschriebenen Vorrichtung habe ich mich überzeugt, dass die Waage in ihrer gegenwärtigen Verfassung, bei 100 Gramm beiderseitiger Belastung, auf ± 0,02 bis 0,03 mg constant in ihren Angaben ist. Ich bin Herrn Oertling für die meisterhafte Weise, in der er meine Intentionen realisirt hat, überaus dankbar.

Kleinere Mittheilungen.

Das Arbeitsprogramm der internationalen Polarexpeditionen.

Es ist das Verdienst des verstorbenen Weyprecht, das Project, in der arktischen Zone physikalische Beobachtungsstationen zu errichten, zuerst angeregt zu haben. Gegenwärtig geht das Project seiner baldigen Verwirklichung entgegen. 10—11 Expeditionen werden sich im Sommer dieses Jahres in die arktischen Regionen begeben behufs Anstellung simultaner physikalischer, insbesondere meteorologischer und erdmagnetischer Beobachtungen. Unsere Kenntniss der meteorologischen Erscheinungen und des Erdmagnetismus wird hierdurch voraussichtlich wesentlich gefördert werden. Um die für solche Beobachtungen unumgänglich erforderliche Einheit zu erzielen, hat die internationale Polar-Commission, in ihrer Conferenz vom 1.—6. August v. J. zu St. Petersburg, ein Arbeitsprogramm angenommen, welches eine feste und unzweideutige Grundlage schaffen soll, auf welcher fussend die Specialisten in den verschiedenen Ländern die Detail-Instructionen für ihre respectiven Expeditionen ausarbeiten können. — Da die Arbeiten der Polarexpeditionen das allgemeinste Interesse erregen, mögen die Grundzüge des Arbeitsprogramms hier mitgetheilt werden.

Die internationalen Polarstationen sollen möglichst früh nach dem 1. August 1882 die Beobachtungen beginnen und dieselben möglichst spät vor dem 1. September 1883 beendigen. — Die stündlichen magnetischen und meteorologischen Beobachtungen können nach einer beliebigen Zeit angestellt werden; nur an zwei Tagen des Monats, den Termintagen, sollen die magnetischen Beobachtungen durchaus nur nach Göttinger (mittlerer bürgerlicher) Zeit stattfinden. Termintage sind je der 1. und 15. jedes Monats, mit Ausnahme des Januars, wo der 2. statt des 1. Monatstages gewählt ist.



Temperatur der Luft: Die Quecksilberthermometer sollen mit einer Genauigkeit von 0,1° C., die Weingeistthermometer mit einer Genauigkeit von 0,5° abgelesen werden. Die Thermometer sollen durch eine meteorologische Centralanstalt verificirt und die Weingeistthermometer ausserdem am Stationsorte bei möglichst niedrigen Temperaturen mit den Quecksilberthermometern verglichen werden. Der Nullpunkt sämmtlicher Thermometer ist von Zeit zu Zeit neu zu bestimmen. Die Aufstellung der Thermometer ist bei einer Höhe von wenigstens 1,5—2,0 m über dem Boden in einem Gehäuse (wie z. B. dem von Wild angegebenen) zu bewerkstelligen.

Die Temperatur des Meerwassers soll an der Oberfläche und in Tiefen von 10 zu 10 m da, wo es möglich ist, beobachtet werden.

Luftdruck: Jede Station soll wenigstens ein Haupt-Quecksilberbarometer und ein gutes Observationsbarometer, abgesehen von Reservebarometern und Aneroiden, haben. Die Barometer sollen genau untersucht sein und das Observationsbarometer in jeder Woche wenigstens ein Mal mit dem Hauptbarometer verglichen werden.

Luftfeuchtigkeit: Psychrometer und Haarhygrometer sind zu verwenden, müssen aber bei niedrigen Temperaturen durch exactere Instrumente controlirt werden.

Wind: Die Windfahne und das Robinson'sche Anemometer sind zur Ablesung im Inneren des Observatoriums einzurichten. Die Stärke des Windes soll nach dem Robinson'schen Anemometer gemessen und zugleich nach der Beaufort'sche Scale geschätzt werden; die Richtung soll nach 16 Strichen und wahrem Azimute angegeben werden. Als Reserveinstrument wird das Hagemann'sche Instrument empfohlen.

Wolken, Niederschlag und Wetter: Form, Menge und Zugrichtung der Wolken in verschiedenen Höhen soll nach 16 Strichen angegeben werden; über Auftreten und Dauer von Regen, Schnee und Graupeln sind möglichst eingehende Notizen zu machen; Gewitter, Hagel, Nebel, Reif und optische Erscheinungen sind gleichfalls zu notiren.

Erdmagnetische Beobachtungen: Bei der Bestimmung der absoluten Declination und Inclination ist eine Genauigkeit von einer Minute und bei derjenigen der absoluten Horizontal-Intensität von einem Tausendtheil des Werthes anzustreben. Ausser im Observatorium selbst sollen in der Umgebung Beobachtungen angestellt werden, um etwaige locale Einflüsse zu constatiren. Die absoluten Beobachtungen müssen gleichzeitig mit den Lesungen an den Variationsinstrumenten erfolgen. Die Beobachtungen über die Variationen haben sich über alle drei erdmagnetische Elemente zu erstrecken; es wird gewünscht, dass jede Station einen Reservesatz von Variationsinstrumenten besitzt. Die Variationsinstrumente müssen mit kleinen Nadeln versehen sein. Die Scalen derselben sollen wegen der grossen zu erwartenden Störungen eine Ausdehnung von wenigstens 5° nach jeder Seite haben und die Beobachter darauf eingerichtet sein, noch grössere Ausschläge messen zu können. Die Variationsinstrumente werden von Stunde zu Stunde abgelesen. An den Termintagen geschehen die Ablesungen alle 5 Minuten, ausserdem sollen an diesen Tagen während einer vollen Stunde alle 20 Secunden Beobachtungen, wenn auch nur der Declination, ausgeführt werden; letztere Stunde ist für alle Stationen dieselbe und für die einzelnen Termintage genau festgesetzt.

Polarlicht-Beobachtungen sind stündlich in Bezug auf Gestalt, Farbe und Bewegung anzustellen; die Helligkeit der verschiedenen Theile ist nach einer Scale von 0—4 zu schätzen. An den Termintagen sind fortlaufende Polarlichter-Beobachtungen auszuführen.

Astronomische Beobachtungen: Um die möglichste Gleichzeitigkeit in den Beobachtungen der verschiedenen Stationen zu erreichen, sollen Orts- und Zeitbestimmungen mit Instrumenten fester Aufstellung ausgeführt werden, was jedoch den Gebrauch guter Reflexionsinstrumente nicht ausschliessen soll.

Die bisher angeführten Beobachtungen sind obligatorische; als facultative empfiehlt die Conferenz noch eine Reihe wichtiger Beobachtungen: Variation der Temperatur mit der Höhe, Temperatur des Bodens, des Schnees und des Eises an der Oberfläche und in ver-

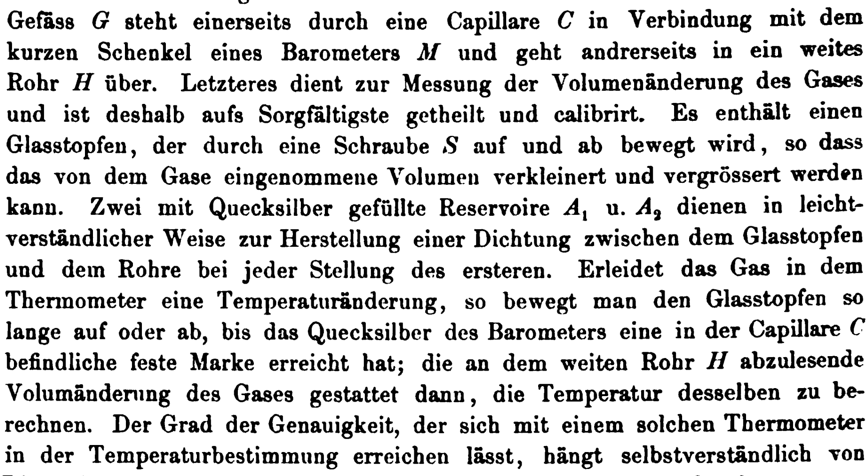
schiedenen Tiefen unter derselben; Bestimmungen des Verhältnisses zwischen den gleichzeitigen Aenderungen der Horizontal- und der Vertical-Intensität; Beobachtung von Erdströmen; hydographische Untersuchungen; Messung der Höhe des Polarlichtes. Beobachtung der Luftelektricität, der astronomischen und terrestrischen Refraction, der Dämmerung, der Länge des Secundenpendels, Sammlungen von Luftproben für Analysen, u. s. w.

Die Conferenz richtet ferner an alle Observatorien, an die Kriegs- und Handelsmarinen, an die Telegraphen-Verwaltungen, an Vereine und Private die Bitte, sich durch meteorologische und erdmagnetische Beobachtung, namentlich an den Termintagen, an dem grossen Werke der internationalen Polarexpedition zu betheiligen.

Ein Gasthermometer mit constantem Druck.

Von Sir William Thomson, aus dessen: Elasticity and heat, Encyclopaedia Britannica, S. 52, 53.

Das in beistehender Figur abgebildete Thermometer soll dazu dienen, die Temperatur eines Körpers durch die Ausdehnung eines Gases unter constantem Druck zu messen. Das



Gefäss G steht einerseits durch eine Capillare C in Verbindung mit dem kurzen Schenkel eines Barometers M und geht andrerseits in ein weites Rohr H über. Letzteres dient zur Messung der Volumenänderung des Gases und ist deshalb aufs Sorgfältigste getheilt und calibrirt. Es enthält einen Glasstopfen, der durch eine Schraube S auf und ab bewegt wird, so dass das von dem Gase eingenommene Volumen verkleinert und vergrössert werden kann. Zwei mit Quecksilber gefüllte Reservoire A_1 u. A_2 dienen in leichtverständlicher Weise zur Herstellung einer Dichtung zwischen dem Glasstopfen und dem Rohre bei jeder Stellung des ersteren. Erleidet das Gas in dem Thermometer eine Temperaturänderung, so bewegt man den Glasstopfen so lange auf oder ab, bis das Quecksilber des Barometers eine in der Capillare C befindliche feste Marke erreicht hat; die an dem weiten Rohr H abzulesende Volumänderung des Gases gestattet dann, die Temperatur desselben zu berechnen. Der Grad der Genauigkeit, der sich mit einem solchen Thermometer in der Temperaturbestimmung erreichen lässt, hängt selbstverständlich von den gewählten Dimensionen ab, dürfte aber in keinem Falle dem mit einem Gasthermometer von constantem Volumen zu erlangenden gleichkommen. *Wn.*

Neu erschienene Bücher.

Bericht über die wissenschaftlichen Apparate auf der Londoner internationalen Ausstellung im Jahre 1876, herausgegeben von A. W. Hofmann. Zweite Abtheilung. Braunschweig, Vieweg u. Sohn. (Fortsetzung.)

Aus dem folgenden Abschnitt verdient der von Dr. Friedrich C. G. Müller erdachte und von Wanke in Osnabrück ausgeführte Gefässbarograph besondere Erwähnung. Hier steht das Barometerrohr fest und auf demselben ist das Gefäss verschiebbar, welches das Rohr umschliesst und durch einen Spalt mit diesem communicirt; die Verschiebung geschieht selbstthätig durch eine elektrische Vorrichtung und zwar so, dass das obere Quecksilberniveau im Rohre nahezu, d. h. bis auf einen Spielraum von 0,05 mm, constant erhalten wird. Zu diesem Behufe sind in das obere Ende des Barometerrohres zwei Platindrähte eingeschmolzen, von denen der eine um 0,05 mm länger ist als der andere. Diese Drähte sind die Pole von zwei galvanischen Elementen, deren jedes ein Relais treibt; das eine Relais schliesst direct, das andere ist für den Ruhestrom eingerichtet. Die anderen Pole der beiden Elemente werden durch das Quecksilber des Barometers gebildet. Je nachdem nun das eine oder das andere Relais in Thätigkeit ist, wird das eine oder das andere von zwei elektromagnetischen Maschinchen in Bewegung versetzt, welche beide auf dieselbe an einer Schraube aufgesteckten

Mutter wirken und diese nach der einen oder der entgegengesetzten Richtung drehen. Mit dieser Schraubenmutter steht das Barometergefäss in derartiger Verbindung, dass die Drehung der Mutter eine Verschiebung des Gefässes nach oben oder unten zur Folge hat. Sobald nun das Quecksilber im Barometerrohr keinen der beiden eingeschmolzenen Drähte berührt, spielt das mit dem Ruhestromrelais verbundene Maschinchen und hebt das Barometergefäss so lange, bis Contact mit dem längeren Draht eintritt. In diesem Momente wird, weil dieser Draht sich im Stromkreis des Ruhestroms befindet, das betr. Relais geschlossen und dieses den Strom des vorher arbeitenden Maschinchens öffnen. Dieses Maschinchen kommt erst dann wieder in Thätigkeit, wenn durch Fallen des Barometers die Kuppe sich von dem längeren Draht loslöst. Tritt weder ein Steigen noch ein Fallen des Barometers ein, so arbeitet keines der beiden Maschinchen. Steigt dagegen das Barometer, so tritt Contact mit dem kürzeren Draht ein; das mit diesem verbundene direct schliessende Relais wird geschlossen, das zweite Maschinchen kommt in Wirksamkeit und senkt das Barometergefäss so lange, bis der Contact mit dem kürzeren Draht wieder aufhört. Die Kuppe wird demgemäss fortdauerd zwischen den Spitzen der beiden Drähte festgehalten[1]).

Ein mit dem Gefäss verbundenes Scalenrohr, dessen Stellung an einem feststehenden Nonius abgelesen werden kann, gestattet eine directe Ablesung; die automatische Registrirung bewirkt eine vom Gefäss ausgehende Stange, die mit einer Schreibvorrichtung in Verbindung steht. Die Registrirung geschieht continuirlich auf einem in 48 Stunden umgedrehten Papierstreifen. Die Veränderungen des Barometerstandes können hier sogar hörbar gemacht werden, indem den beiden Maschinchen Vorrichtungen beigegeben sind, welche bei ihrer Thätigkeit kräftige und von einander deutlich unterscheidbare Geräusche entwickeln.

Von anderen Barographen und von Thermographen sind die Constructionen von Dr. Schreiber zu nennen, über deren weitere Verbesserungen und Verallgemeinerungen die letzten Hefte dieser Zeitschrift ausführliche Mittheilungen enthalten.

Unter den Hygrometern ist ein von Baumhauer herrührender und von Dr. Snellen verbesserter Vorschlag von Interesse. An einer Wage ist ein U-förmiges Chlorcalciumrohr aufgehängt, zu welchem ∽-förmig gebogene Leitungsröhren führen. Diese Röhren münden in Glocken, welche unten durch Oel abgeschlossen sind, jedoch so, dass das Absorptionsrohr sich frei bewegen und das Oel nicht in die Zuleitungsröhren eintreten kann. Mittels eines Aspirators wird durch den Apparat Luft gesaugt, deren Feuchtigkeit das Clhorcalcium aufnimmt und deren Volumen durch eine Gasuhr gemessen wird. In dem Maasse, in welchem das Chlorcalcium Wasser absorbirt, wird es schwerer und die Waage sinkt. Die Gewichtszunahme soll entweder direct abgelesen oder der Zeiger der Waage mit einer Registrirvorrichtung verbunden werden.

Unter den Windmessern verdient der Oettingen'sche Windcomponentenintegrator hervorgehoben zu werden. Der ziemlich complicirte Apparat zerlegt in jedem Moment den herrschenden Wind in zwei Componenten, von welchen die eine in die Nordsüd-, die andere in die Ostwest-Richtung fällt. Diese Componenten werden addirt und dabei die positiven und die negativen Componenten unterschieden, so dass man durch den Apparat vier Summen erhält, welche die Menge der Luftmassen darstellen, die in der gegebenen Zeit in jeder der vier Richtungen der Windrose über dem Orte hinweggeweht sind. Die verticalen Drehungsaxen einer Windfahne und eines Robinson'schen Schalenkreuzes ragen bis zu dem Apparat hinab. Die horizontal stehende Hauptbewegungsscheibe des letzteren wird, vermittels mehrfacher Uebersetzungen durch Schnecke und Zahnräder, durch das Schalenkreuz in eine langsame Bewegung versetzt, deren Geschwindigkeit zu der Geschwindigkeit des Schalenkreuzes in constantem Verhältniss steht und demnach auch proportional der Windgeschwindigkeit ist. Auf der Hauptbewegungsscheibe ruhen, je 90° von einander entfernt, vier Gleitrollen auf, die

[1]) Vgl. die Verwerthung derselben Idee durch Sprung für einen seiner Thermographen, diese Zeitschr. 1, 359. D. Red.

unter einander stets parallel bleiben und durch die mit der Windfahne in Verbindung stehende Axe fortdauernd in der herrschenden Windrichtung gehalten werden. Diese Gleitrollen können eine doppelte Bewegung machen; sie drehen sich alle insgesammt um verticale Axen mit der Windfahne und jede für sich um ihre horizontale Axe mit der Hauptbewegungsscheibe, der Windplatte. Die Grösse der letzteren Drehung wird bedingt durch die Richtung der betreffenden Gleitrolle zur Windplatte; sie ist Null, wenn die Gleitrolle radial zur Scheibe steht, und ist am grössten, wenn die Rolle tangential steht. Die Einrichtung ist aber überhaupt so getroffen, dass höchstens zwei Gleitrollen an der Bewegung der Windplatte theilnehmen können, während die gegenüberliegenden Rollen durch Vermittelung von an passender Stelle angebrachten Vorsprüngen von der Platte abgehoben werden. In einem Falle, wenn der Wind in einer der Hauptrichtungen weht, liegen drei Rollen auf, die beiden anderen Platten stehen dann eben radial zur Windplatte und erhalten von den unter ihnen weggleitenden Punkten derselben keine Bewegung. Es bewegt sich nur die eine Scheibe, welche tangential zur Platte steht und die Bewegung derselben voll annimmt. Weht der Wind nicht in einer der Hauptrichtungen, so bewegen sich nur zwei benachbarte Rollen. Die Geschwindigkeit einer jeden ist aber kleiner als die der Windplatte, und beide Geschwindigkeiten sind im allgemeinen von einander verschieden.

Die Registrirung geschieht durch vier Typenräder, von denen jedes die Zahlen von 00 bis 99 trägt und je eines mit einer Gleitrolle in Verbindung steht. Wenn eine Rolle eine halbe Umdrehung gemacht hat, so wird durch eine an derselben schleifende Feder ein Strom geschlossen und durch einen Elektromagneten das mit der Rolle in Verbindung stehende Typenrad um eine Ziffer fortgerückt. In bestimmten Zeiträumen wird ein Papierstreifen gegen alle vier Räder gepresst und so die dem Streifen gegenüber befindlichen Ziffern auf denselben aufgedrückt. Die Differenzen zweier folgender Registrirungen geben die in der Zwischenzeit ausgeführten Umdrehungen der Rolle und mithin auch die mittleren Geschwindigkeitscomponenten an.

Auf den in diesem Abschnitt noch beschriebenen Meteorographen von Rysselberghe wird diese Zeitschrift bei einer andern Gelegenheit demnächst zurückkommen. (Schluss folgt.)

L. Loewenherz.

Dick, T., *Celestial Scenery: or the wonders of the Planetary System displayed.* London, Collins. Post-8°. M. 3,50.

Holden, E. S., *Wilhelm Herschel, Sein Leben und seine Werke.* Berlin, Besser'sche Buchh. 8°. M. 4.

Newcomb, S., *Populäre Astronomie, deutsch von R. Engelmann.* Leipzig, Engelmann. 8°. M. 12.

Schell, A., *Die Terrainaufnahme mittels der tachymetrischen Kippregel von Tichy und Starke.* Wien, Seidel & Sohn. 8°. M. 1,60.

Tarn, E. W., *Practical Geometry for the Architect, Engineer, Surveyor and Mechanic.* London, Lockwoods. 8°. M. 9.

Beiträge, *metronomische,* herausgeg. von W. Foerster. *No. 3. Thermometrische Untersuchungen.* Berlin, Dümmler. 4°. M. 8.

Schultze, R., *Die physikalischen Kräfte im Dienste der Gewerbe, der Kunst und der Wissenschaft. Frei nach A. Guillemin.* Leipzig, Frohberg. 8°. M. 17.

Senlecq, C., *Le Télectroscope, appareil destiné à transmettre à distance les images par l'électricité.* Paris à l'Academie des sciences. 8°.

Uhland, W. H., *Die Telephonanlagen.* Leipzig, Knapp. 4°. M. 4.

Aved de Magnac, *Instruments nouveaux: métrosphère, sphère alt-azimutale, navisphère.* Nancy, Berger-Levrault et Co. 8°.

Hosemann, P., *Ueber Klein-Motoren.* Berlin, Polytechn. Buchh. 8°. M. 1,50.

Johann, Alb., *Traité général d'horlogerie.* Neuchâtel, Sandoz. M 9,60.

Meissner, G., *Die Hydraulik und die hydraulischen Motoren. 2. Bd. Die Turbinen und Wasserräder.* Jena, Costenoble. 8°. M. 3.

Templeton's *Taschenbuch für praktische Mechaniker.* Brünn, Winiker. 8°. M. 7.

Weitzel, C. G., *Unterrichtshefte für den gesammten Maschinenbau. 57.—62. Heft.* Leipzig, Schäfer. 8°. à M. 0,50.

Duguet, Ch., *Déformation des corps solides. Limite d'élasticité et résistance à la rupture. 1re Partie: Statique spéciale.* Paris, Gauthier-Villars, 1882. 8°.

Dvořák, V., *Ueber einige akustische Bewegungserscheinungen, besonders über das Schallradiometer.* Wien, Gerold. 8°. M. 0,30.

Vereinsnachrichten.

Jahresbericht der deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik für das Jahr 1881, erstattet in der Sitzung vom 3. Januar 1882[1]).

Mit Beginn des Jahres 1881 hat der frühere „Fachverein Berliner Mechaniker und Optiker" die bis dahin in seinen Statuten bestandene Beschränkung, nur Berliner Fachgenossen zur Mitgliedschaft im Verein zuzulassen, aufgehoben und sich zur „Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik" erweitert. Es geschah dies im Anschluss an die Entstehung der „Zeitschrift für Instrumentenkunde", bei deren Gründung der Verein in hervorragender Weise mitgewirkt hatte. Gleichzeitig wurden unsere sämmtlichen deutschen Collegen aufgefordert, sich unseren Bestrebungen anzuschliessen, welchem Aufruf auch in ausgiebigstem Maasse Folge geleistet wurde. Während der Fachverein am 1. Januar 1881 nur 119 Mitglieder zählte, sind im Laufe des letzten Jahres 82 Mitglieder hinzugetreten, so dass die Gesammtzahl derselben zur Zeit 201 erreicht hat.

Ueber die im Laufe des Jahres 1881 stattgehabten 18 Sitzungen der Gesellschaft ist in dieser Zeitschrift regelmässige Mittheilung gemacht worden. In 9 Sitzungen wurden grössere Vorträge gehalten, während in den übrigen kleinere technische Mittheilungen seitens Vereinsmitglieder gemacht wurden. Ausserdem waren es vorzugsweise zwei Ereignisse, welche im Laufe des vergangenen Jahres für das innere Vereinsleben von Bedeutung wurden, die Theilnahme an der Berliner Lehrlingsausstellung und die Erweiterung unserer Fachschule.

Die Ausstellung der Arbeiten unserer Lehrlinge hat allen Ansprüchen genügt, was unter anderen auch der Veranstalter der Ausstellung, der Berliner Magistrat, dadurch anerkannte, dass er dieser Abtheilung die ersten Prämien zuerkannte. Da jedoch die Zahl der guten Leistungen der jungen Aussteller eine überaus grosse war, so hat die Gesellschaft den von der Stadt gewährten Prämien noch 11 weitere Anerkennungen hinzugefügt. Den Mitgliedern, welche sich der mühevollen Leitung dieser Abtheilung der Lehrlingsausstellung, sowie der Prüfung der ausgestellten Arbeiten unterzogen, hat die Gesellschaft ihren besonderen Dank ausgesprochen.

Die Aufgabe, unseren Lehrlingen Gelegenheit zu einer möglichst vollkommenen fachgemässen Ausbildung zu verschaffen, hat die Gesellschaft und vordem den Fachverein seit seiner Entstehung fortdauernd beschäftigt und zur Errichtung der Fachschule geführt. Einige unserer Mitglieder haben weder Zeit noch Mühe gescheut, für das Gedeihen dieser Schule zu wirken, und der Erfolg derselben hat mit dazu beigetragen, dass der Berliner Magistrat sich zur Errichtung der Handwerkerschule entschlossen hat. Nachdem wir die Ueberzeugung gewonnen hatten, dass diese unter der Leitung eines hervorragenden Pädagogen stehende Anstalt den Bedürfnissen unserer Lehrlinge nach jeder Richtung hin Rechnung zu tragen geeignet ist, konnten wir unsere eigene Fachschule in der Handwerkerschule mit aufgehen lassen.

Während die auswärtigen Mitglieder unserer Gesellschaft bei den beiden zuletzt genannten Angelegenheiten nicht direct betheiligt waren, hoffen wir, dass sie um so lebhafteren Antheil an denjenigen Arbeiten nehmen werden, welche wir behufs Entwurfs eines die Interessen unserer Fachgenossen und deren Lehrlinge in gleicher Weise berücksichtigenden Lehrcontractes unternommen haben.

Der Schriftführer: *Blankenburg.*

---

[1]) Der laufende Sitzungsbericht war bis zum Schluss der Redaction nicht eingegangen. D. Red.



Journal- und Patentlitteratur.

Boussole de proportion.

*Von J. Carpentier. L'Électricien **2.** No. 16. S. 189.*

Unter diesem Titel giebt Carpentier das Princip eines neuen von ihm construirten Instrumentes, welches hauptsächlich zur Messung von Widerständen dienen soll. Dasselbe hat Aehnlichkeit mit einer Tangentenboussole; nur besteht es nicht wie diese aus einem, sondern zwei kreisförmigen Rahmen, welche zu einander senkrecht stehen und zur Aufnahme der Drahtwindungen dienen. Im Kreuzungspunkte der beiden Rahmen ist an einem Seidenfaden eine kurze Magnetnadel aufgehängt, welche sich frei in der Horizontalebene drehen kann. Ausserdem ist das Instrument mit einem Reflexspiegel versehen, um die Stellungen der Nadel mit grösster Genauigkeit bestimmen zu lassen. Die Leitungsdrähte in den beiden Rahmen sind identisch; lässt man nun gleichzeitig zwei Ströme durch die beiden Drahtwindungen hindurchgehen, so nimmt die Nadel die Richtung der Componenten ein, welche durch die Wirkungen der zwei Stromintensitäten auf die Nadel repräsentirt werden. Das Instrument giebt also das „Verhältniss zweier Stromintensitäten" und wird dasselbe gemessen durch die trigonometrische Tangente des Winkels, welchen die Resultante mit einer der beiden Componenten bildet.

Die Widerstände der beiden Drahtwindungen sind gleich; Carpentier hat denselben bei seiner ersten Boussole den Werth der Widerstandseinheit, ein Ohm, gegeben. Zweigt man daher einen Strom in die beiden Kreise der Boussole ab, so wird sich derselbe in zwei vollkommen gleiche Ströme zerlegen und die Nadel eine Ablenkung von 45° zeigen. Um nun einen unbekannten Widerstand zu bestimmen, schaltet man denselben in einen der beiden Zweige ein; hierdurch wird die Vertheilung des Stromes und die Richtung der Nadel umgekehrt proportional den Widerständen geändert, so dass das Instrument wieder das Verhältniss zweier Widerstände angiebt. Man erhält also den Werth des zu bestimmenden Widerstandes als Function des bekannten Widerstandes des Apparates.

In No. 17 der *Comptes rendus*, wo Verf. sein neues Instrument ebenfalls sehr ausführlich erläutert hat, kündigt derselbe noch an, dass er in einer nächsten Notiz die Resultate seiner Messungen geben wird. *R.*

Eine einzige Formel für die Ausdehnung des Wassers zwischen 0° und 100° C.

*Von Prof. Dr. Külp. Carl's Rep. **18.** S. 46—53.*

Durch ein mühsames, wenig strenges Verfahren leitet Verf. eine Formel für die Ausdehnung des Wassers ab, deren Anführung unterbleiben kann, weil sie auch die Versuche (von Pierre), aus denen sie abgeleitet wurde, nicht darstellt und unter 0° gänzlich versagt. Gegenüber dem vom Verf. erhobenen Anspruch, „wenigstens empirisch eine Formel für die Ausdehnung des Wassers nachgewiesen und auf diesem Wege das berühmte Problem gelöst zu haben", möge an die von Hagen aufgestellte Formel erinnert werden. *T.*

Beschreibung einer kleinen elektro-magnetischen Maschine.

*Von A. Pacinotti. Journ. d. Phys. **10.** No. 119 (Nov.) 1881.*

Die nach den Vorschriften des Verfassers schon 1860 construirte Maschine hat als wesentlichsten Theil einen radartig um eine Axe rotirenden Ring von weichem Eisen, der von einer in constantem Sinne gewickelten in sich geschlossenen neunfachen Spirale umsponnenen Kupferdrahts umgeben ist. Ein elektrischer Strom tritt an einer auch während der Rotation ihre Lage beibehaltenden Contactstelle ein, gabelt sich, und tritt gegenüber durch einen zweiten Contact aus. Dadurch werden die beiden Hälften des Ringes Elektromagnete, welche einander ihre gleichnamigen Pole zukehren. Der Verfasser bezeichnet diesen Ring als den Transversal-Magnet im Gegensatz zu dem rechtwinkelig gegen diesen feststehenden Longitudinal-Magnet, welcher durch denselben elektrischen Strom erregt wurde. Die Pole des Transversalmagneten werden den ungleichnamigen des Longitudinalmagneten zueilen und in diesem Sinne eine Drehung des Eisenringes veranlassen. In jedem Augenblick entsteht im transversalen Magneten ein neuer Pol an der Stelle des alten und empfängt von den Polen des Longitudinalmagneten einen neuen

Antrieb im gleichen Sinne wie zuvor. So entsteht also ein continuirlicher Antrieb und mithin eine Drehung, welche so lange an Geschwindigkeit zunimmt, bis durch Reibung oder mechanische Arbeit ein dem Antrieb gleicher Widerstand hervorgerufen ist.

Die Maschine des Verfassers ist nur in sehr bescheidenen Dimensionen ausgeführt. Der Durchmesser des Rades beträgt nur 13 cm. Zur Bewegung diente eine Kette von 4—5 kleinen Bunsen'schen Elementen, in welcher 0,033 g Zink per 1 Kilogrammmeter Arbeit verbraucht wurden. Bei der mehrfach unvollkommenen Construction dieses Versuchsapparats (z. B. Contacte von Zinn, mangelhafte Centrirung u. dgl. m.) erscheinen diese Resultate dem Verfasser nicht schlecht.

Die Vorzüge der Construction bestehen hauptsächlich: 1) in der Continuität des Antriebs, 2) in der allmählichen Magnetisirung und Entmagnetisirung der Eisentheile des Transversalmagnets, 3) in dem Fehlen starker Extraströme, statt welcher vielmehr ein continuirlicher Inductionsstrom dem Batteriestrom entgegenwirkt.

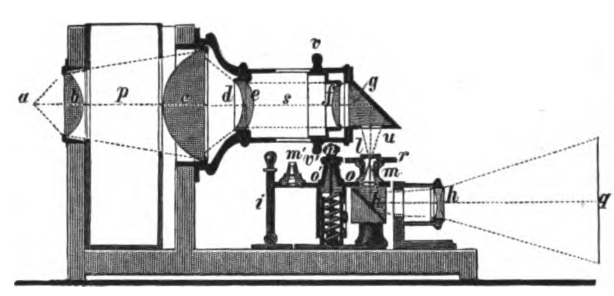
Dass auch diese elektrodynamische Maschine in eine dynamoelektrische umgewandelt werden kann, ist leicht zu überblicken; doch hat der Verfasser nicht untersucht, wieviel Procente der zur Erzeugung von Elektricität angewandten Kraft durch die Wirkung des elektrischen Stromes in dieser Maschine wieder gewonnen werden. Immerhin sind die oben erwähnten Vorzüge bedeutsam genug, um zu einer Untersuchung über die Leistungen einer womöglich in grösseren Dimensionen ausgeführten Maschine zu ermuthigen. *Z.*

Ueber Projections-Mikroskope.

Von Dr. H. Schröder in Oberursel. Centr.-Zeit. f. Opt. u. Mech. 1882, No. 1 u. 2.

In eingehender Weise bespricht Verfasser die Constructionsbedingungen der Projections-Mikroskope unter gleichzeitiger Skizzirung der Geschichte dieser Apparate. Hieran schliesst sich die Beschreibung eines vom Verfasser für das mikroskopische Aquarium in Berlin erbauten Projections-Mikroskops.

In der Figur ist *a* der leuchtende Punkt der Lichtquelle; *bc* ist ein System von Planconvexlinsen aus Crownglas, zwischen denen sich in *p* eine Alaunzelle zur Unschädlichmachung der Wärmestrahlen befindet. Aus der Linse *c* tritt das Licht stark convergent aus; durch die Combination *de* wird es parallel gemacht und zugleich die chromatische und sphärische Aberration corrigirt. Das parallele Licht *s* wird durch die bewegliche Linse *f* nach Erforderniss des Sehfeldes gesammelt. Für polarisirtes Licht würde bei *s* ein grosses Nicol eingeschaltet werden Durch ein versilbertes Prisma *g* wird der Lichtkegel vertical auf das Object *l* geworfen; bei *u* können Gypsplatten für die Polarisation angebracht werden.



Auf der Revolverscheibe *oo'* befinden sich eine Anzahl Systeme *mm'*, deren lineare Vergrösserung von 100 bis 2000 reicht. Mit Hülfe der Mikrometerschraube *r* können die Objecte in den Focus gebracht werden. Der Hebel *t* dient zum Ausschalten des Revolvers für die Aenderung der Vergrösserung. Das Licht trifft bei *h* auf ein versilbertes Prisma, welches die Strahlen horizontal auf den negativen Aplanaten *h'* wirft, der das Bild ebnet; *q* ist die in grosser Entfernung gedachte Projectionsfläche.

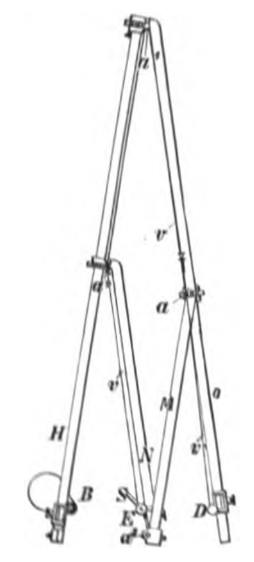
Ein für ein nordamerikanisches Institut gebautes ähnliches Instrument hat ausserdem Immersionslinien, welche bis 4000-fache lineare Vergrösserung haben.

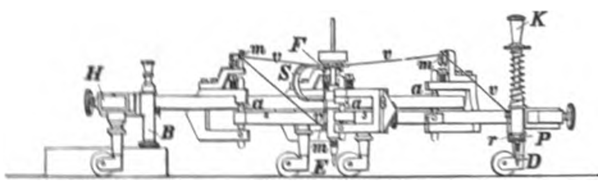
Ueber die Leistung dieser Apparate bemerkt Verfasser Folgendes: Trotz der vielen reflectirenden Flächen kann man mit Hülfe nur einer gewöhnlichen Petroleumlampe die Zeichnungen der gröberen Diatomeen deutlich sehen. Mit Hydrooxygen-Beleuchtung ist der Anblick der lebenden Diatomeen, der Pflanzenschnitte ausserordentlich schön. Bei 2000facher Vergrösserung nimmt die Cornea einer Stubenfliege das ganze Sehfeld ein und man sieht prächtig das feine Glashäutchen in jeder Zelle. Grosse Steindünnschliffe, wie sie z. B. R. Fuess in Berlin liefert, können auf einmal in ihren glänzenden Farben übersehen werden. *W.*

Pantograph.

Von A. Lange in Schleswig. D. R. P. No. 11306. Kl. 42. vom 19. März 1880.

Dieser Pantograph unterscheidet sich in der Construction wesentlich dadurch von anderen Instrumenten dieser Art, dass die Drehpunkte $a\ a_1\ a_2\ a_3$ der Stäbe H, N, M und O ausserhalb der Stabbreiten liegen, wodurch die Schieber der Fahr- und Zeichenstifte, D und E, sowie des Pols B beim Zusammendrücken der Stäbe bis zur kleinsten Einstellung verschoben und bis dicht an die Drehpunkte herangebracht werden können, wodurch der Verkleinerung der Zeichnungen grösserer Spielraum gegeben wird. Ferner ermöglicht das Instrument die Auswechselung des Pols und der Fahr- und Zeichenstifte nach Maassgabe der gewünschten Grössenverhältnisse, wobei der Pol B bei Copien von $^1/_1$ bis $^1/_2$ natürliche Grösse in den mittleren Stab N, bei solchen von $^1/_2$ bis $^1/_{75}$ natürliche Grösse, dem äussersten Grad der Verkleinerung, in den seitwärts befindlichen Stab H eingefügt wird. Fahr- und Zeichenstift sind durch eine verstellbare Schnur $v\,v\,v$, die, von einem unteren Punkte der den in der Verticalen verschiebbaren Fahrstift aufnehmenden Hülse P ausgehend, über Rollen $m\,m\,m$ nach dem oberen Punkt F des Zeichenstiftes geführt ist, mit einander verbunden. Vermöge einer teleskopartigen elastischen Befestigung des Fahr- und Zeichenstiftes durch die Schnur $v\,v\,v$ in Verbindung mit einer Gabelfeder S sind erstere derartig regulirbar, dass man den Zeichenstift langsam oder schnell niedersinken lassen kann, je nachdem mit Nadel oder Blei gearbeitet werden soll. Das verschiedenartige Niederlassen des Zeichenstiftes wird durch entsprechendes Drücken auf den Fahrstift-Knopf K bewirkt, dessen vorbeschriebene Verbindung mit ersterem die gleichartige Bewegung desselben herbeiführt; lässt man den Druck auf K aufhören, so wird der Zeichenstift durch die Feder S wieder nach oben geschnellt. *Q.*





Ueber Ketten aus Röhren bestehender Elektricitäts-Recipienten.

Von A. Jedlik. Carl's Repertorium **18.** *S. 33.*

Der Verfasser construirt Leydner Flaschen aus Glasröhren von 10—12 mm Durchmesser und 66 cm Länge, welche er bis zur Höhe von 39 cm mit feinen Eisenfeilspähnen füllt und aussen mit Stanniol bekleidet, die übrigen 27 cm der Aussenfläche aber mit in Alkohol gelöstem Schellack überzieht. Solcher Röhren steht eine beliebige Zahl in einem cylindrischen Glase, dem sogenannten Elektricitäts-Recipienten, zusammen. Die aus ihrem Inneren hervorragenden kupfernen Entladungsdrahte, sind unter einander und mit einer Kugel oder cylindrischen Kapsel aus Messingblech verbunden, während aus dem entgegengesetzten Ende des Recipienten ein mit den Stanniolbelegungen verbundener Draht an eine zweite Kugel oder Kapsel geht.

Solcher Elektricitäts-Recipienten vereinigt der Verfasser mehrere zu einer elektrischen Röhrenbatterie, deren Wirkung selbstverständlich eine ausserordentlich kräftige ist, da die Flächen, deren Elektricitäten zum Ausgleich kommen, hier weit grösser sind, als bei Flaschenbatterien von gleichem Rauminhalt. Auf dem Flächenraum von $^1/_4$ qm lässt sich in Röhren eine Batterie aufstellen, welche dieselbe Ladungsfläche besitzt, wie eine Batterie aus 45 Leydner Flaschen grössten Calibers.

Hierzu fügt der Verfasser noch einen Entladungsapparat, mittels dessen er die Recipienten so verbinden kann, dass das positiv elektrische Ende jedes Recipienten mit dem negativ-elektrischen des folgenden in Berührung kommt. Dadurch bewirkt er, dass die zum Ausgleich kommenden Elektricitäten sich in um so höherer Spannung befinden, je mehr solcher Uebertragungen von Recipient zu Recipient stattfinden.

Um die Röhren nicht zu überladen, verbindet er mit dem positiven Einsauger der Elek-

trisirmaschine eine Lane'sche Flasche, welche bei allzu hoch gesteigerter Spannung der Elektricität dieselbe in kleinen Mengen hörbar überspringen lässt.

Bei voller Ladung giebt jeder einzelne Recipient Funken, deren Länge 6—7 cm nicht übersteigt und diese Länge wird nicht gesteigert, wenn auch noch so viel Recipienten mit ihren gleichnamig elektrischen Enden untereinander verbunden sind. Der Verfasser nennt diese Funken die Quantitätsfunken im Gegensatz zu den Spannungsfunken, welche bei der oben dargestellten Anordnung für die Entladung entstehen. Diese erreichten bei Ketten von 4 Recipienten unter Umständen 30—34 cm Länge; bei 8 Recipienten die doppelte.

Die Funkenlänge kann noch sehr wesentlich vergrössert werden, wenn man eine oder mehrere Kerzenflammen dem Funken in den Weg stellt, oder aber, wenn man zwischen die Kugeln des Ausladers eine Glasröhre bringt, die in ihrer Höhlung einen Metalldraht enthält und an beiden Enden zugeschmolzen oder durch eingegossenes Siegellack hinlänglich abgeschlossen ist. Auf diese Weise konnte er einen Funken von 18 cm Schlagweite auf 90 cm ausdehnen. Wenn jedoch der Widerstand auf der Oberfläche der Glasröhre zu seiner Ueberwindung eine grössere Kraft erfordert, als die zweimalige Durchbrechung der Wand der Glasröhre, so wird diese durchbrochen und die Elektricität nimmt ihren Weg durch den eingeschlossenen Draht. *Z.*

Der hydrostatische Barograph.

Von Dr. Paul Schreiber in Chemnitz. Zeitschrift der oesterr. Ges. f. Meteorologie. **16.** *S. 497.*

Der Artikel enthält eine weitere Ausführung des in dieser Zeitschr. **1.** S. 237 beschriebenen Princips eines registrirenden Barometers mit „hydrostatischer“ Aufhängung. Auffallend und wohl sehr angreifbar ist das vom Verfasser hier für diesen Vorschlag angegebene Motiv, wonach er die Fehler, welche bei einem Waagebalken durch den Reibungswiderstand verursacht werden, durch Einführung des aräometrischen Princips verkleinern zu können glaubt. Uebrigens ist dieses Princip inzwischen zur Ausführung für die Deutsche Nordpolexpedition adoptirt worden. *T.*

Ueber den Einfluss kleiner Druckdifferenzen auf die Resultate genauer Messungen und Wägungen.

Von W. J. Marek in Paris. Carl's Repert. **17.** *S. 593.*

Bei der grossen in der neuesten Zeit erreichten Vervollkommnung unserer Messwerkzeuge und Beobachtungsmethoden schien es dem Verf. geboten, von Neuem den Einfluss zu untersuchen, welchen kleine, bisher oft vernachlässigte Druckschwankungen auf die Ergebnisse genauer Messungen und Wägungen ausüben. Insbesondere betrachtet er die natürlichen Variationen des Luftdruckes und den Druck von Flüssigkeiten, in welchen Messungen und Wägungen unter Umständen ausgeführt werden. Wir beschränken uns darauf, die Ordnung der in den einzelnen Fällen sich ergebenden Correctionsgrössen in bestimmten extremen Fällen anzugeben, während wir wegen der meist leicht abzuleitenden allgemeinen Formeln auf das Original verweisen.

Eine Abweichung des Barometerstandes um 240 mm, wie sie zwischen Orten der Erde, welche für derartige Messungen in Frage kommen können, stattfindet, bringt eine Aenderung in der Länge eines Glasmeters von etwa $0{,}18^{\mu}$ hervor; es wird also bei sehr genauen Messungen in solchen extremen Fällen eine Reduction auf einen Normaldruck erfolgen müssen. Die Aenderungen der Ausdehnungscoefficienten durch solche Luftdruckdifferenzen sind bei dem Stande der Genauigkeit unserer heutigen Messungsmittel jedenfalls zu vernachlässigen und lassen sich auch nur ihrer Ordnung nach berechnen. Die Aenderungen des scheinbaren Gewichts eines Körpers in der Luft in Folge der Aenderung seines Volumens fallen selbst bei den extremsten Barometerständen bei vollen Körpern weit unter die Grenze der Wahrnehmbarkeit. Dagegen beträgt der Einfluss einer Aenderung des Barometerstandes um 240 mm auf die Bestimmung des Volumens eines Glaskilogrammes unter sonst nicht unwahrscheinlichen Voraussetzungen 0,00555 ml, d. h. eine Grösse, welche den wahrscheinlichen Fehler einer sorgfältigen Volumenbestimmung um ein Vielfaches übersteigt. Von derselben Ordnung ist der Einfluss des Druckes auf die Bestimmung des specifischen Gewichts eines Körpers. — Der Einfluss der Compression einer Flüssigkeit durch ihr eigenes Gewicht kann in den seltensten Fällen in Betracht kommen. Der Einfluss des Barometerstandes auf die Ausdehnung von Flüssigkeiten ist in extremen Fällen von der Ordnung messbarer Grössen.

Eine eingehendere Betrachtung widmet der Verf. dem Einfluss kleiner Druckunterschiede auf die Capacität von Hohlräumen, insbesondere von Pyknometern, während er in Bezug auf die Thermometer auf die Litteratur verweist. Er glaubt bei Pyknometern die gesonderte experimentelle Bestimmung des äusseren und inneren Druckcoefficienten empfehlen zu sollen, während die Compensation des Druckes durch Eintauchen des Instrumentes in dieselbe Flüssigkeit, mit der es gefüllt ist, nicht genau genug sei. Der Einfluss des Druckes auf die Bestimmung der Dichte von Flüssigkeiten mittels des Pyknometers kann sehr erheblich und auch der Einfluss auf die Bestimmung von Ausdehnungscoefficienten merklich sein. *T.*

Kleinere Notizen.

Galvanische Niederschläge von verschiedenfarbigen Metallhäutchen. Von Beil. Compt. Rend. **93.** S. 942.

Nach dem Berichte einer von der französischen Akademie ernannten Commission ist es Herrn Beil gelungen, alle Metalle und Legirungen bei der gewöhnlichen Temperatur und mittels eines einzigen Bades schnell mit einer sehr festhaftenden Schicht von verschiedenen Suboxyden des Kupfers zu bekleiden und damit sehr verschiedene, glänzende Farben hervorzubringen. Die Schicht ist nach Belieben des Operateurs gleichmässig oder bunt gefärbt. Dasselbe Bad kann die ganze Farbenreihe erzeugen je nach der Art der Operation, welche ohne Anwendung eines eigentlichen galvanischen Elements stattfindet. Dass die Färbung nicht mit den Farben dünner Blättchen zusammenhängt, wird dadurch bewiesen, dass die Schicht durch Reduction im Wasserstoffgase sich in rothes Kupfer verwandelt. *T.*

Uebertragung von Tönen. Von Bourbouze. Compt. Rend. **94.** S. 76.

An dem Resonanzboden eines Klaviers wird ein Mikrophon angebracht, welches mit einem Telephon in Verbindung steht.

Globusuhr. Construirt von J. Ruoff in Dresden Allg. Journ. f. Uhrmacherkunst 1882, No. 3.

Der Globus, um die Schiefe der Ekliptik geneigt, bewegt sich in 24 Stunden einmal um die Axe und besitzt weder Zifferblatt noch Zeiger. Der Globus ist mit doppeltem Stundenring versehen, von denen der erste auf dem Globus selbst angebracht und in zweimal 12 Stunden eingetheilt ist. Der zweite ebenso getheilte steht mit dem Globus nicht in fester Verbindung, sondern ist auf einem dritten senkrecht zu ihm stehenden Ringe, dem Meridianringe, befestigt. Letzterer wird auf die betreffende Ortszeit eingestellt und dient nun zugleich als Zeiger, indem mittels desselben und des auf dem Globus befindlichen Stundenringes die Ortszeit unmittelbar abgelesen werden kann; mittels des zweiten Ringes lässt sich leicht die Zeitdifferenz mit allen Orten der Erde ermitteln. — Für die Bewegung des Globus ist ein besonderes, 8 Tage gehendes Uhrwerk construirt.

Ueber den Fehler beim Einstellen des Fadenkreuzes in die Bildebene. Von Prof. Dr. W. Tinter in Wien. Anzeiger der k. Akad. d. Wiss. zu Wien. 1881. No. XXVII.

Aus einer grösseren Anzahl von Versuchsreihen, angestellt bei verschiedenen Entfernungen und mit Instrumenten von verschiedener Vergrösserung hat sich ergeben: erstens, dass der genannte Fehler im umgekehrten Verhältnisse zur Vergrösserungszahl stehe, und zweitens, dass dieser Fehler für die Vergrösserung = 1 im Mittel zu ± 0,62 mm anzunehmen sei.

Apparat zur Erzeugung starker Luftschwingungen. Von Dr. V. Dvořák in Agram. K. Akad. d. Wiss. zu Wien 1881. Oct.-Heft

In einer Abhandlung über akustische Bewegungserscheinungen beschreibt Verf. einen Apparat zur Erzeugung starker Luftschwingungen. Der Haupttheil ist eine starke elektromagnetisch bewegte Stimmgabel von Gussstahl auf einem Resonanzkasten. Der Elektromagnet befindet sich zwischen den Zinken und wird von einem Holzarme getragen; dieser ist in den Halter eines Stativs befestigt, so dass der Resonanzkasten ganz frei schwebt. Der Elektromagnet hat eine eigenthümliche Form und Grösse, die für den vorliegenden Zweck durch Versuche ermittelt ist. Zur Unterbrechung des Stromes diente eine eigene Unterbrechungsgabel von derselben Höhe wie die Resonanzgabel. Zwischen der Unterbrechungsgabel und der Resonanzgabel ist ein Pohl'scher Stromwender eingeschaltet, um die Resonanzgabel nach Belieben ein- und ausschalten zu können. — Die Schwingungsweite der Resonanzgabel wurde mit dem Ocularmikrometer eines Mikroskops von 25facher Vergrösserung gemessen. Es zeigte sich, dass innerhalb

gewisser Grenzen die Amplitude der Zahl der Elemente nahezu proportional war. Bei drei Bunsen-Elementen wurde die sehr grosse Amplitude von fast 4mm beobachtet. Die Beobachtungen zeigten, dass es vortheilhaft sei, das Gewicht des Stimmgabelfusses möglichst zu reduciren.

Der elektrische Sieb. Von Osborne und Smith. L'Électricien **2.** No. 14. S. 77.

Der Apparat ist wegen seiner neuen und eigenartigen Anwendung der Elektricität für industrielle Zwecke von besonderem Interesse. Er wurde von Osborne und Smith zu dem Zwecke construirt, bei Herstellung des Griesmehles die Ausscheidung der Kleie von dem weissen Mehle zu bewirken, was dadurch erreicht wird, dass man die verschiedene Anziehungskraft eines elektrischen Körpers auf die eiweisshaltigen Theile und die Kleie benutzt. Setzt man nämlich das rohe Griesmehl dem Einflusse eines elektrisirten rotirenden Cylinders aus, so wird die leichtere Kleie von demselben angezogen und von dem weissen Mehle ausgeschieden.

Der eigentliche Apparat besteht im Wesentlichen aus einem Getriebe von 24 Ausscheide-Cylindern, welche hinter einander auf acht Axen befestigt sind, so dass auf jeder Axe drei Cylinder sitzen. Unmittelbar unter denselben befindet sich ein feines Haarsieb, über welches das zu reinigende Mehl fortgeführt wird. Die Cylinder sind aus hartem Cautschuk, ca. 23 cm lang bei einem Durchmesser von 15 cm und erhalten eine Rotationsgeschwindigkeit von ungefähr 30 bis 35 Umdrehungen in der Minute. Ueber jedem der Cylinder befindet sich ein mit Schafleder überzogenes Kissen, an welchem sich die Cylinder reiben und auf diese Weise elektrisirt werden. Gleichzeitig dienen diese Kissen als Bürsten, indem sie die von den Cylindern angezogene Kleie abstreichen und zwar in Rinnen, welche dieselbe nach der Seite und dem Apparate befördern.

Um den Apparat in Thätigkeit zu setzen, ist nur eine halbe Pferdekraft erforderlich und kann derselbe nach den bis jetzt gemachten Versuchen pro Stunde ca. 200 bis 300 Kilogramm Gries reinigen. *R.*

Communicirende Winkelzellenbatterie. Von C. M. Reiniger in Erlangen. Centralzeitung für Optik und Mechanik, No. 20.

Unter den vielen Neuerungen, welche gerade in letzter Zeit auf dem Gebiete der Batterien für medicinische Zwecke gemacht worden sind, nimmt jedenfalls die von Reiniger eine hervorragende Stellung ein. Die Hauptvortheile des in genannter Zeitschrift sehr eingehend beschriebenen Apparates bestehen in kleinem Umfange und geringem Gewicht bei starker Wirkung (Länge, Breite und Höhe des Apparates betragen resp. 28,19 und 7,5 cm, sein Gewicht nur 2,5 k). Die „Deutsche Medicinalzeitung“ nennt den Apparat einen selten praktischen und hebt noch besonders die äussere geschmackvolle Ausstattung desselben hervor. *R.*

Neuerungen an Schiffs-Compassen. Von J. Lewis und F. A. Brown in Massachusetts U. S. — D.R.P. 15305 v. 1. März 1881.

Der Nadel ist zur Erhöhung der Empfindlichkeit eine neue Form gegeben, diejenige einer mit breitem Längsschlitz versehenen an den Enden abgestumpften Platte. Zur Aufhebung der localen Attraction und der Störungen durch grössere benachbarte Eisenmassen sind auf einer eisernen ringförmigen Platte um die Nadel kleine Hufeisenmagnete gruppirt, mit der runden Seite der Axe zugekehrt, mit den Südpolen auf der Seite des Nordpols der Nadel und umgekehrt. Die Magnete verstärken sich nach dem Ost- und Westpunkte der Compasstheilung zu.

Ueber die Bestimmung des Ohm. Von Lippmann. Compt. Rend. **93.** S. 955.

Brillouin hatte gegen einen Vorschlag Lippmann's zur Bestimmung der absoluten elektrischen Widerstandseinheit einen Einwand gemacht, welcher darauf beruht, dass in einem offenen bewegten Stromkreise durch den Erdmagnetismus Ströme inducirt werden. Der Verf. zeigt durch Theorie und Experiment, dass dieser von Brillouin seiner Grösse nach nicht näher bestimmte Einfluss gänzlich zu vernachlässigen sei. *T.*

Verbesserungen an Trockenapparaten. Von E. Seelig. Chemische Berichte. Bd. 14. S. 1814.

Seelig umgiebt die für höhere Temperaturen gebräuchlichen, mit einfachen Blechwandungen versehenen Trockenapparate mit einem nach unten offenen Blechmantel und erzielt dadurch eine sehr annähernde Gleichförmigkeit der Temperatur im Trockenkasten und ausserdem auch eine Ersparniss im Gasverbrauch.

Die durch Zwischenschaltung von Wasser auf constanter Temperatur erhaltenen Trockenapparate laufen Gefahr, durch Austrocknen des Wassers einer Ueberhitzung ausgesetzt und dann leck und unbrauchbar zu werden. Seelig begegnet diesen Uebelständen durch eine mit der Gas-



leitung verbundene Vorrichtung, bei der ein feines Kautschukplättchen den Verschluss des Wasserraums bildet. Dadurch wird jede Verdunstung von Wasser, sowie die Entwicklung einer grösseren Dampfspannung vermieden, als diejenige war, bei welcher die Vorrichtung eingeschaltet wurde.

Wb.

Für die Werkstatt.

Verfahren, namentlich Messinggegenstände mit schönglänzendem Silberüberzug zu versehen. Maschinenbauer, 1882. No. 8.

Nach „Mittheilungen des Bayerischen Gewerbemuseums" über „verschiedene Versilberungen von Gegenständen" hält Marquard die Ebermayer'sche Methode, nach welcher namentlich Messinggegenstände in kurzer Zeit mit schönglänzendem Silberüberzug versehen werden können, für die vortheilhafteste. Sie besteht darin, dass man die vorher gut mit Pottaschelösung und verdünnter Salzsäure sorgfältig gereinigten Gegenstände der Einwirkung eines Silberbades aussetzt, welches in folgender Weise bereitet wird: Aus einer Lösung von 32 g Höllenstein (20 g Silber in 60 g Salpetersäure) wird mittels einer Lösung von 20 g festem Aetzkali in 50 g dest. Wasser das Silber als Silberoxyd gefällt, sorgfältig ausgewaschen, und der Niederschlag von einer Lösung von 100 g Cyankalium in 500 g dest. Wasser aufgenommen. Die mittels Papier filtrirte Flüssigkeit wird schliesslich mit dest. Wasser auf 2 l verdünnt. In das auf diese Weise gewonnene und im Wasserbade gering erwärmte Silberbad werden nun die Gegenstände gesenkt, einige Minuten gelinde hin und her bewegt, nach der Herausnahme durch Sägespäne getrocknet und schliesslich zur Erhöhung des Glanzes mit Putzkalk polirt. *B.*

Verfahren, um die Entstehung von Rost auf gusseisernen Gegenständen zu verhindern und die Poren derselben zu verstopfen. Von J. J. Shedlock in Usbridge b. London. Deutsche Industrie-Zeitung 1882. No. 2.

Die gusseisernen Gegenstände werden der Einwirkung verdünnter Salzsäure ausgesetzt, die das Eisen an der Oberfläche auflöst und eine durch ätzende Agentien unzerstörbare Schicht von Kohlenstoff oder Graphit zurücklässt. Sodann bringt man die Gegenstände in einen luftdicht schliessenden Behälter, wäscht sie zur Entfernung der Eisensalze mit Dampf oder Wasser und lässt die Spülflüssigkeit, deren letzte Reste durch Evacuirung und Erwärmung des Behälters vollständig entfernt werden, ab. Nach dieser Operation wird Kautschuk, der in einem flüchtigen Auflösungsmittel gelöst ist, eingeführt, der äussere Luftdruck wieder hergestellt und auf diese Weise die Poren der Oberfläche verstopft. Durch nachfolgende Erwärmung des ganzen Apparates wird das flüchtige Lösemittel entfernt.

Dieses Verfahren hat Aehnlichkeit mit einem anderen, welches seit einiger Zeit von der Kaiserl. Normal-Aichungs-Commission hierselbst zu dem Zweck erprobt wird, um messingene und namentlich gusseiserne Gewichtsstücke, deren Schwere besonders in den ersten Jahren ihres Gebrauches durch Eindringen von Sauerstoff in das Innere des Gussstückes erfahrungsmässig bedeutend zunimmt, durch Verstopfung der Poren an der Oberfläche vor der fortschreitenden Oxydation zu schützen. Nur werden dabei ätzende Agentien vermieden und der gleichfalls der allmäligen Zerstörung bezw. Gewichtsveränderung ausgesetzte Kautschuk durch ein geeigneteres Material ersetzt. Wie verlautet, sollen die Details dieser Versuche demnächst veröffentlicht werden. *B.*

Papier oder Tuch auf Metall zu befestigen. Von C. Bamberg in Berlin. (Originalmitth.)

Um Papier oder Tuch auf Metall zu befestigen, verwendet man mit Vortheil Dr. Ascher's Cementkitt. Derselbe besteht der Hauptsache nach aus einer dickflüssigen Lösung von Schellack in Spiritus. Der Kitt wird möglichst gleichmässig auf das etwas angewärmte Metall gestrichen, das Papier oder Tuch aufgelegt und mit einem Falzbein oder einer Walze gleichmässig aufgedrückt. In gleicher Weise kann man Holz und Elfenbein mit Metall zusammenkitten.

Ein anderer guter Kitt besteht aus Tischlerleim und venetianischem Terpentin. Man macht den Leim in gewöhnlicher Weise zurecht und giebt, so lange er noch nahe kochend heiss ist, $\frac{1}{6}$-$\frac{1}{4}$ des Leimquantums venetianischen Terpentin zu, welcher durch Rühren gut mit dem Leim vermischt wird. Die Mischung wird warm auf das etwas angewärmte Metall aufgetragen und das Papier oder Tuch wie oben aufgelegt.

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Buchdruckerei von Gustav Schade (Otto Francke) in Berlin N.



Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Geschäftsführender Ausschuss der Herausgeber:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. **H. Landolt**, Vorsitzender. **R. Fuess**, Beisitzer. Reg.-Rath Dr. **L. Loewenherz**, Schriftführer.

Redacteur: Dr. Georg Schwirkus.

II. Jahrgang. **März 1882.** Drittes Heft.

Apparate zur Messung von Dampfspannungen.

Von

Dr. **O. Lehmann** in Mülhausen i. E

Durch die Fortsetzung meiner Arbeit über elektrische Entladungen[1]) wurde ich dazu geführt, letztere nicht nur in Gasen, sondern auch in Dämpfen von verschiedener Spannung zu untersuchen. Es war mir somit die Aufgabe gestellt, einen Apparat zu construiren, mittels dessen sich leicht reine Dämpfe verschiedener Substanzen von veränderlicher und messbarer Spannung erzeugen liessen, und welcher ausserdem gestattete, etwa in Folge der elektrischen Entladung entstandene Gase ohne grosse Schwierigkeiten wieder zu entfernen.

Durch zahlreiche Versuche, diese physikalisch-technische Aufgabe zu lösen, gelangte ich schliesslich zu einem Resultate, welches mir als durchaus befriedigend erschien, und damit zugleich zur Construction eines Apparates, mit welchem es sehr leicht möglich ist, die Spannung eines Dampfes, von sehr niedrigen Temperaturen an bis zu sehr hohen, ohne Schwierigkeit und zeitraubende Präparationen mit grosser Schärfe zu bestimmen, bei welchem es durchaus unnöthig ist, auf Reinheit der Substanz in Bezug auf absorbirte Gase Rücksicht zu nehmen und bei welchem ferner der bei höheren Temperaturen störende Einfluss des Quecksilberdampfes völlig wegfällt. Ebenso wenig ist es nöthig, die sonst bei Einfüllung des Quecksilbers an den Wänden des Rohres hängenbleibenden Luftblasen zu entfernen oder das Quecksilber auszukochen, und endlich genügt der Apparat auch zur Untersuchung solcher Substanzen, welche in Folge chemischer Einwirkung auf das Quecksilber oder in Folge davon, dass sie erst bei beträchtlich hoher Temperatur den flüssigen Zustand annehmen, nach den bis jetzt bekannten Methoden nicht wohl untersucht werden konnten.

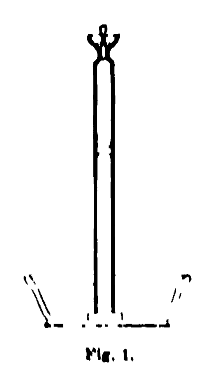
Die Grundidee meiner ersten Versuche war die, dass das zur Aufnahme der Substanz bestimmte Barometerrohr oben nicht ein für allemal geschlossen sein dürfe, sondern leicht zu öffnen sein müsse, um jederzeit etwa entwickelte Gasblasen leicht wieder entfernen zu können.

Es wurde nun diese Idee in verschiedener Weise auszuführen versucht. Ein Hahn erwies sich als durchaus ungenügend, da derselbe ohne Dichtung mit Fett niemals wirklich luftdichten Verschluss lieferte. Zweckmässiger erschien schon das Ausziehen der Barometerröhre zur feinen Spitze und Zuschmelzen der letzteren nach beendeter Füllung.

---

[1]) Wiedemann's Annalen XI, 686, 1880.

Das günstigste Resultat lieferte aber eine bei Quecksilberluftpumpen gebräuchliche Verschlussmethode, nämlich ein einfacher gut eingeschliffener Glasstöpsel, welcher durch Umgiessen mit Quecksilber oder einfach mit der zu untersuchenden Substanz genügend gedichtet wurde. Zur Aufnahme dieser dichtenden Substanz wurde das Rohrende trichterförmig erweitert angefertigt, wie dies Fig. 1 zeigt. Durch diese ziemlich geringfügig erscheinende Aenderung wurde nun der Zweck schon nahezu vollkommen erreicht.


Fig. 1.

Es war nun nicht mehr nöthig, das Barometer auszukochen, oder die Substanz mit grosser Vorsicht einzubringen, oder dieselbe durch längeres Sieden von absorbirten Gasen zu befreien, denn wie auch immer Luft in das Vacuum gelangt sein mochte, dieselbe liess sich stets ausserordentlich leicht wieder entfernen dadurch, dass man das Quecksilber zwang, in dem Schenkel aufzusteigen, und alsdann den Stöpsel öffnete, so dass die Gasblasen entweichen konnten.

Dies Verschieben des Quecksilberniveaus könnte auf verschiedene Art bewirkt werden. Eine einfache und deshalb namentlich zur Demonstration sehr geeignete Weise würde etwa darin bestehen, das offene abgeschliffene Ende des Rohres gegen eine auf dem Boden des Gefässes befestigte Kautschukplatte anzudrücken, dann den Stöpsel zu öffnen, Quecksilber nachzugiessen, bis sich das Rohr wieder gefüllt hat, nun wieder zu verschliessen und alsbald die untere Oeffnung durch schwaches Heben frei zu geben.

Selbstverständlich könnte so nicht nur nach der Füllung vorhandene Luft entfernt, sondern auch sofort bei Beginn der Versuche das noch leere Rohr mit der zu untersuchenden Substanz gefüllt werden. Sollten sich nach dem erstmaligen Entfernen der Luft noch nicht sämmtliche Spuren derselben beseitigt zeigen, so hätte man den Process noch so oft zu wiederholen, bis schliesslich auch die kleinste Gasblase verschwunden ist.

Es ist leicht ersichtlich, dass das Ganze sich bequem reinigen lässt, so dass, wenn überhaupt chemisch reine Substanzen angewendet werden und nicht etwa eine Umsetzung derselben mit Quecksilber zu neuen chemischen Verbindungen erfolgt, ganz exacte Resultate zu erwarten sind.

Eine Schwierigkeit besteht nur darin, dass der Stöpsel sich in Folge des auf ihm lastenden Druckes schwer ausziehen lässt, doch ist auch dieser Uebelstand dadurch zu überwinden, dass man den Querschnitt desselben sehr klein nimmt.

Für eigentliche Messungen ist trotzdem der Apparat in dieser Form nicht geeignet, da das Volumen des Dampfes mit der Spannung sich ändert, während es, namentlich bei Anwendung höherer Temperaturen, eine gewisse Grenze nie überschreiten darf. Ausserdem würde der Apparat nur Spannungen, die niedriger als der Druck der Atmosphäre sind, zu messen gestatten. Es muss somit eine weitere Vorrichtung angebracht werden, welche ermöglicht, die Höhe des Quecksilberniveaus im verschlossenen Schenkel [illegible] auf drei Arten geschehen:

1) Durch Heben und Senken des Gefässes,
2) [illegible] Quecksilber [illegible]
3) [illegible]

[illegible]

Nachtheile untersucht und bin dadurch zu den in den Fig. 2, 3, 4 dargestellten Constructionen gelangt.

Bei Fig. 2 ist *a* das Barometerrohr mit der zu untersuchenden Substanz; es ist von dem der Fig. 1 nur dadurch zu unterscheiden, dass der Trichter sich oben verengt, so dass über denselben eine unten angeschliffene Kappe gestürzt werden kann, welche das Eindringen der zum Erhitzen dienenden Flüssigkeit verhindern soll. Gleichzeitig wird durch dieselbe einem Emporheben des Stöpsels in dem Falle, dass die Spannung den Druck einer Atmosphäre überschreite, vorgebeugt, indem sich nun oberhalb und unterhalb des Stöpsels Dampf von gleicher Spannung befindet und stets von oben her ein kleiner Ueberdruck in Folge der ausserdem noch eingeschlossenen Luft stattfindet. Die Kappe selbst wird durch eine Schraube fest aufgepresst und so verhindert, sich in Folge des Dampfdrucks zu heben. Die Schraube wird gehalten von einem leicht abnehmbaren metallenen Bügel, welcher aus zwei in einander gehakten Theilen besteht, die sich beim Aufdrehen der Schraube leicht von einander trennen und so das Abnehmen der Kappe ermöglichen. Für geringe Ueberdrucke ist das einfache Aufsetzen der Kappe zur Dichtung vollkommen genügend; für höhere ist es nöthig, dieselbe durch einen zähflüssigen Harzkitt noch besonders zu dichten. Auf die Exactheit der Resultate ist dieser Kitt ohne Einfluss, da er mit der zu untersuchenden Substanz nicht in Berührung kommen kann. Die Vorrichtung zum Heben oder Senken des Gefässes *e* ist die bekannte, bei Quecksilberluftpumpen gebräuchliche. Die Verbindung mit der Röhre *a* wird durch den Kautschukschlauch *d* hergestellt, welcher indess nicht unmittelbar an das untere Ende von *a* befestigt ist, da leicht Luftblasen oder andere Unreinigkeiten aus ihm in das Barometerrohr aufsteigen könnten. Es ist deshalb ein **S** förmiges, an seiner oberen Biegung mit einem anschraubbaren eingeschliffenen Stöpsel versehenes Glasrohr dazwischen geschaltet, so dass sich alle Unreinigkeiten, welche natürlich leichter als das Quecksilber sind, unterhalb des Stöpsels sammeln müssen und sich somit leicht entfernen lassen.

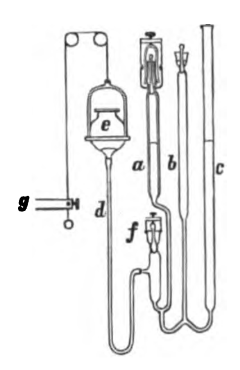


Fig. 2.

Die Röhren *b* und *c* bilden einen Manometer, dessen rechter als Barometer dienender Schenkel ähnlich wie das eben beschriebene Rohr mit Trichter und Stöpsel verschliessbar ist. Der Trichter wird nach der Füllung mit geschmolzenem Harzkitt ausgegossen, damit der Stöpsel bei beträchtlichem Ueberdruck nicht herausgeschleudert werde.

Das Einbringen der zu untersuchenden Substanz geschieht ganz ähnlich wie bei dem zuerst beschriebenen einfacheren Apparat, nur nicht durch Zugiessen oder Ausfliessenlassen des Quecksilbers, sondern durch Heben oder Senken des Gefässes *e*, was natürlich die Arbeit ausserordentlich erleichtert.

Es gelingt sehr leicht, die Flüssigkeit so luftfrei zu erhalten, dass sie sehr schön die bekannte Erscheinung des Wasserhammers zeigt und selbst durch den Zug einer Quecksilbersäule von 1200 mm nicht zum Losreissen veranlasst wird. Erst bei Erschütterung folgt in solchen Fällen das Sinken zum normalen Standpunkt.

Um nach beendigter Untersuchung das Versuchsrohr *a* wieder zu reinigen, wird

Das g[illegible] hierauf das Gefäss *e* soweit gehoben, liche Ver[illegible] des Trichters steht und nun die Flüssigkeit welcher d[illegible] Hierdurch ist freilich die Reinigung noch [illegible] eine ziemlich beträchtliche Menge Flüssig-[illegible] zu beseitigen, setze man Stöpsel und Kappe [illegible] über den Siedepunkt der Substanz. Es wird [illegible] erfolgen und der gebildete Dampf in Folge [illegible] schliessenden Fugen entweichen. Um [illegible] nun wieder, senke *e*, so dass Luft eintritt, [illegible] von *e* die Luft sammt den letzten Spuren [illegible] noch weiter zu treiben, kann man [illegible] zuerst nur eine Probe eingiessen, mit [illegible] des Quecksilbergefässes das Rohr ge-[illegible] Entfernung derselben definitiv mit reiner [illegible]

[illegible]

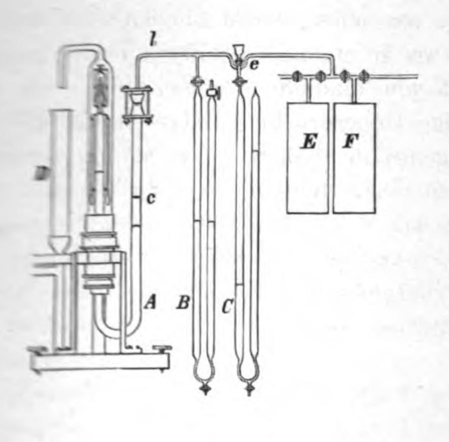


Fig. 4.

[illegible] zweiten Princip (Zu- und Abfliessenlassen von [illegible] Die Röhren *a*, *b*, *c* haben die gleiche Be-[illegible]

[illegible] in eine weitere Röhre *f* eingeschlossen, die [illegible] versehen ist, so dass sie sich leicht abnehmen lässt. [illegible] zum Erhitzen dienenden Mediums (z. B. Dampf) [illegible] früheren Figuren angebracht werden sollen, wurde [illegible] weggelassen. Das Gefäss *l* steht durch die Röhre *d* [illegible] Verbindung und es ist wohl ohne Weiteres einleuchtend, wie [illegible] Schliessen der Hähne *g* und *h* das gewünschte [illegible] Quecksilberniveaus erzielt werden kann. Wird der Hahn *h* [illegible] in die Flasche *m*, während beim Oeffnen von *g* der [illegible] Da nun so bei längerer Arbeit schliesslich alles [illegible] würde, ist es nöthig, dasselbe wieder nach *l* zurück-[illegible] kann, dass man die Hähne *h* und *i* schliesst, [illegible] mittels einer Compressionspumpe Luft einpresst. Ist die

Hebung vollendet, so wird *i* wieder zurückgedreht, so dass die freie Communication mit der Atmosphäre wieder hergestellt ist.

Der Apparat hat vor dem in Fig. 2 dargestellten hauptsächlich den Vorzug, dass der lästige Kautschukschlauch und damit auch das mühsame Heben und Senken des Gefässes fortfällt, insofern dieses durch die weit einfachere Manipulation des Drehens der Hähne ersetzt wird. Ein grosser Nachtheil ist indess der beträchtliche Druck, welcher auf den Hähnen *g* und *h* lastet, die deshalb sehr gut gearbeitet sein müssen, falls das Quecksilber nicht durch ihre Fugen herausdringen soll. Bei Glashähnen werden die Zapfen sehr leicht durch den gewaltigen Druck völlig herausgepresst und müssen daher durch federnde Klammern gesichert werden. Ebenso müssen die Stöpsel der Flaschen sehr gut festgebunden und verkittet werden und die Flasche selbst muss aus genügend starkem Glase bestehen. Es ist somit schwer zu bestimmen, welcher von beiden Apparaten als der bessere zu betrachten sei, beide haben ihre Vorzüge, beide auch schwerwiegende Nachtheile. Letzteres gilt in weit geringerem Maasse von dem nach dem dritten auch von den meisten neueren Beobachtern gewählten Grundsatz gebauten Apparate, welchen Fig. 4 zeigt. Derselbe hat den beiden anderen gegenüber einzig den Nachtheil, dass er nothwendigerweise mit einer Luftpumpe in Verbindung gesetzt werden muss, welche je nach Wunsch zu evacuiren oder zu comprimiren gestattet. Diese Verbindung wird hergestellt durch die Röhre *l*, an welcher, durch Hähne abschliessbar, das Manometer *B* und das Barometer *C* angebracht sind. Letzteres ist hier zur Abwechselung nicht mit einem Stöpsel und Trichter versehen, sondern nur mit einer feinen zugeschmolzenen Spitze. Die Füllung geschieht in der Weise, dass der Hahn *e* geöffnet und durch den daran befindlichen Trichter Quecksilber eingegossen wird. Während nun das Quecksilber in dem spitz ausgezogenen Schenkel aufsteigt, kann man denselben von aussen mittels einer Gasflamme erhitzen und dadurch das Quecksilber zum Kochen bringen. Ist endlich die Röhre bis zur Hälfte gefüllt, so treibt man das Quecksilber durch Comprimiren langsam bis zu der ursprünglich offenen Spitze hinauf, schmilzt dann diese zu und lässt den Druck wieder abnehmen. Zur Probe treibt man nun (mit grosser Vorsicht) das Quecksilber nochmals bis zur Spitze. Sollte sich noch eine kleine Luftblase vorfinden, so öffnet man, entlässt die Blase, und schmilzt wieder zu.

Die Verbindung des Apparates mit der evacuirenden und comprimirenden Luftpumpe ist keine directe, sondern es sind in die Leitungen zwei grössere verschliessbare Recipienten *E*, *F* eingeschaltet, welche beziehungsweise zur Aufnahme möglichst verdichteter und verdünnter Luft dienen. Diese Verdichtung und Verdünnung wird schon vor Beginn der eigentlichen Versuche ausgeführt und die Recipienten hierauf von der Luftpumpe abgesperrt. Wünscht man nun etwa den Druck im Versuchsrohr zu erniedrigen, so wird der Hahn zum Recipienten mit verdünnter Luft so lange geöffnet, bis sich der verlangte Druck hergestellt hat; soll dagegen comprimirt werden, so bleibt dieser Hahn geschlossen und es wird der andere zum Recipienten mit verdichteter Luft führende geöffnet.

Damit der Apparat durch die Erschütterungen der Pumpe nicht leide, sind in die Röhrenleitung zwei in der Figur nicht dargestellte Glasfedern eingefügt. Die Verbindung der Enden von *a* und *A* kann entweder durch einen Gummistopfen oder einen Schliff bewerkstelligt werden; in beiden Fällen müssen sie indess durch



eine Klemmvorrichtung fest zusammengehalten werden, da die Verbindung sonst dem Drucke nicht genügend Widerstand leisten würde. Wird comprimirt, so steht natürlich das Quecksilber in dem rechten Schenkel von *A* tiefer, wird evacuirt, so steht es höher, ist endlich der Druck in beiden Schenkeln gleich gross, so ist auch, abgesehen von den durch Temperaturverschiedenheiten bedingten Differenzen, das Niveau des Quecksilbers in beiden dasselbe. Man markirt sich bereits vor den eigentlichen Versuchen dieses normale Niveau *c* auf dem rechten Schenkel, indem man zur Herstellung der Druckgleichheit beide Schenkel mit der Atmosphäre frei communiciren lässt.

Soll nun eine Bestimmung ausgeführt werden, so wird die zu untersuchende Substanz ähnlich wie bei den ersten Apparaten eingefüllt, nämlich das Quecksilber zunächst durch Comprimiren gehoben und alsdann nach Einsetzen des Glasstöpsels wieder zum Sinken gebracht, und zwar so lange, bis das Niveau im rechten Schenkel die Marke erreicht, worauf sich an *C* direct die Grösse der Dampfspannung ablesen lässt. Ueberschreitet die Spannung Atmosphärendruck, so wird *C* abgeschlossen und dafür *B* eingeschaltet. Die Temperatur wird mit Hülfe der zwei zu beiden Seiten des Versuchsrohres angebrachten Thermometer bestimmt.

Es lässt sich mittels dieses Apparates nicht nur ausserordentlich leicht arbeiten, sondern er gewährt auch den grossen Vortheil, dass eine Verunreinigung des Quecksilbers in den Röhren *B* u. *C* durch die zu untersuchende Substanz völlig ausgeschlossen ist und die Röhre *A* sich einfach durch Lösen zweier Verschraubungen herausnehmen und auf ganz gewöhnliche Weise durch Chemikalien, Bürsten etc. völlig reinigen lässt. Immerhin erscheint indess noch das Vorhandensein des Quecksilbers neben der zu untersuchenden Substanz als ein grosser Nachtheil, der sich namentlich bei höherer Temperatur und bei solchen Substanzen, welche chemisch auf das Quecksilber einwirken, geltend machen muss.

Bei den beiden früher beschriebenen Apparaten ist die Entfernung des Quecksilbers geradezu unmöglich; bei diesem dagegen steht gar nichts im Wege, das ganze Versuchsrohr lediglich mit der zu untersuchenden Substanz zu füllen, denn eine Störung durch die nun auch im andern Schenkel des Rohres auftretende Spannung ist schon aus dem Grunde nicht zu befürchten, weil dieser ja nicht erhitzt wird, die Spannung somit überhaupt keinen beträchtlichen Werth erreicht, dann aber deshalb, weil der gesammte Druck, sowohl der von der Tension des Dampfes wie auch der von der ausserdem vorhandenen Luft richtig von dem Manometer abgelesen wird und, falls nur die Flüssigkeit in beiden Schenkeln gleich hoch steht, der Druck in einem Schenkel stets ebenso gross sein muss, wie der im andern.

Wird nun aber in solcher Weise das Quecksilber beseitigt, so ist es freilich aus Sparsamkeitsrücksichten nöthig, das **U**-Rohr so klein wie möglich zu machen, und so gelangte ich denn zu den zwei in Fig 5 u. 6 dargestellten Formen des Apparates, von welchen die erstere dazu bestimmt ist, im einfachen Paraffin- und Wasserbad erhitzt zu werden, und sich namentlich für die Untersuchung fester Körper eignet, die andere dagegen durch Umleiten von Dampf oder einer heissen Flüssigkeit erhitzt werden soll.

Bei Beiden ist, um Substanz zu sparen und gleichzeitig auch allzu heftiges Ueberströmen der Flüssigkeit aus dem einen Schenkel in den andern zu hindern, der gebogene Theil aus einem ziemlich engen Capillarrohr gebildet. Der offene

Schenkel ist mit einem Schliff versehen, dessen eigenthümliche Form nöthig ist, um jedem Eindringen des zur Dichtung dienenden Materials in das Versuchsrohr wirksam vorzubeugen. Der Schliff wird entweder einfach durch leicht schmelzbaren Harzkitt gedichtet, oder zweckmässiger durch Quecksilber, in welch letzterem Falle die beiden Theile desselben mittels starker Federn oder Schrauben fest zusammengehalten werden müssen. Wer indess einige Uebung im Zusammenschmelzen von Glasröhren besitzt, wird das directe Anschmelzen der Röhren sicherlich vorziehen, da es weit grössere Sicherheit sowohl bezüglich der Reinlichkeit wie auch der Dichtung bietet.

Bei dem ersten der beiden Apparate steht die Flüssigkeit in dem offenen Schenkel, welcher aus dem Bade hervorragt, höher als im geschlossenen. Es muss also der hierbei in Betracht kommende Ueberdruck der Flüssigkeit, in Quecksilberdruck umgerechnet, zum Ganzen addirt werden. Von dieser Complication ist der zweite Apparat frei. Das äussere, den Dampf und die heisse Flüssigkeit aufnehmende Rohr besteht aus zwei ineinander geschliffenen, durch eine Spiralfeder zusammengehaltenen Theilen, welche beide mit Ansatzröhren versehen sind. Das Ansatzrohr des unteren ist in das conische Ende des Zuleitungsrohres eingeschliffen und wird darin gleichfalls durch eine in der Figur nicht angedeutete federnde Vorrichtung festgehalten. Es bewährte sich diese Verbindungsart der Schliffe sehr gut und gestattete auch eine rasche Zerlegung und somit leichte Reinigung des Apparats. Im Innern des oberen Theils der Röhre ist ein vierfach durchbohrter Ansatz angebracht, welcher auf die Kappe des Untersuchungsrohres aufgeschliffen ist und diese somit fest andrückt. Letztere selbst ist wieder auf den Knopf des Glasstöpsels aufgeschliffen, so dass auch dieser festgehalten ist und nicht durch einen zufällig entstandenen Ueberdruck herausgeschleudert werden kann. Um aller etwaigen störenden Dampfbildung im rechten Schenkel des Versuchsrohres wirksam vorzubeugen, ist dieser mit einem weiteren, beständig von kaltem Wasser durchflossenen Kühlrohr umgeben.

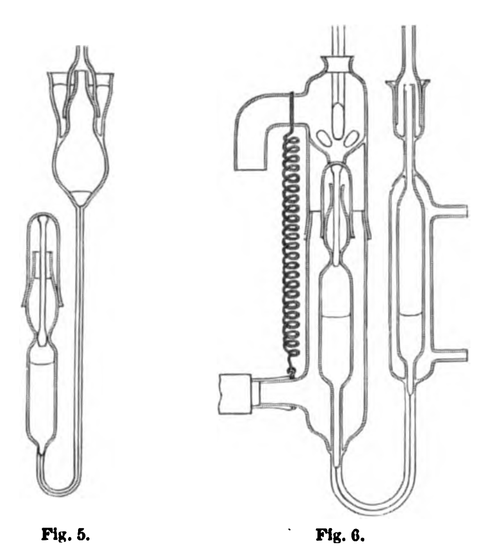


Fig. 5. Fig. 6.

Was nun die Leistungsfähigkeit der beiden Apparate anbelangt, so war schon *a priori* eine fast allzu grosse Empfindlichkeit zu erwarten, da ja $^1/_{10}$ mm Quecksilberüberdruck bereits eine Verschiebung des Niveaus der beiden Flüssigkeitssäulen um ca. 1 mm bedingt und es sehr schwer hält, einfach durch Drehen der Hähne, mag dies auch noch so vorsichtig geschehen, den Druck des Manometers so genau zu fixiren. Es musste deshalb darauf Bedacht genommen werden, die Strömung der Luft durch die Hähne beträchtlich zu verzögern. Sehr wirksam erwies sich in dieser Beziehung die Einfügung ziemlich langer, enger Capillarröhren in die Verbindungsröhren des Versuchsrohres mit den Recipienten. Die auftretende Reibung des Gases konnte

hierbei ohne Schwierigkeit so beträchtlich gemacht werden, dass man ganz wie gewünscht, sogar ohne besonders grosse Vorsicht den Druck auf Zehntel Millimeter genau reguliren konnte. Allein andererseits brachte diese Vorkehrung einen weiteren grossen Uebelstand mit sich, nämlich den, dass hierdurch die Dauer des Versuchs ganz beträchtlich vergrössert wurde. Um über diese Schwierigkeit wegzukommen, brachte ich nun neben der besprochenen groben Einstellung noch eine Vorrichtung für feine Einstellung an. Die sehr engen und langen Capillarröhren wurden durch weniger enge und kürzere ersetzt und nun zwischen diese und den Recipienten kleinere im wesentlichen aus **U**-förmigen Röhren bestehende Apparate eingefügt, wie dies in Fig. 7 dargestellt ist. Diese **U**-förmigen Röhren sind nicht ganz bis zur Hälfte mit Quecksilber gefüllt und an beiden Enden durch Hähne verschliessbar. Ausserdem ist ein verschliessbares Verbindungsstück der beiden Schenkel vorhanden. Der eine der beiden Hähne steht in directer Verbindung mit dem Recipienten; an den anderen schliesst sich das Capillarrohr an und dieses selbst mündet in ein oben und unten verjüngtes Gefäss, welches dazu bestimmt ist, die beim Oeffnen der Hähne entstehende plötzliche Druckänderung aufzufangen und durch Verbreitung auf eine relativ grosse Luftmasse abzuschwächen, andererseits Unreinigkeiten, wie etwa durch Unvorsichtigkeit in die Röhrenleitung eine getretenes Quecksilber, condensirten Dampf etc. aufzufangen und deren Entfernung zu ermöglichen. Zu diesem Zwecke ist das untere Ende mit einem Hahn versehen und die in das obere eingeschmolzene Röhre bis nahe zum Boden verlängert. Das obere Ende dieser Röhre wird entweder einfach durch Verschmelzen oder mittels eines der früher beschriebenen Schliffe mit dem Versuchsrohre in Verbindung gesetzt. Zweigröhren führen zu den Manometern. Das ganze Röhrensystem ist auf einem passend eingerichteten Gestell befestigt und bildet somit einen compendiösen, handlichen Apparat, welcher bei wirklicher Benutzung nur mit der Luftpumpe und deren Recipienten, sowie mit dem, gleichfalls als besonderer Apparat, aufgestellten Manometer zu verbinden ist. Leider liegt in der Kleinheit des Dampfvolumens eine nicht unbeträchtliche Fehlerquelle. Je kleiner dasselbe ist, um so mehr macht sich natürlich die Anwesenheit der vorhandenen Luft oder anderer Gase bemerklich, um so dringlicher muss für Entfernung der letzten Spuren derselben Sorge getragen werden. Es stellte sich nun heraus, dass dies geradezu eine Unmöglichkeit war. Selbst wenn durch zwanzigmaliges Entfernen der stets wieder in fast unbegreiflicher Weise nach dem Evacuiren auftretenden Luftblase anscheinend die letzte Spur Luft ausgetrieben war, zeigte sich die Spannung immer noch derart abhängig von dem Volumen des Dampfes, dass das Vorhandensein von Luft zugegeben werden musste, obschon dieselbe bei der Verdichtung nicht mehr als Blase zu sehen war. Dieselbe wurde offenbar bei der Verdichtung ebenso rasch von der Flüssigkeit absorbirt wie der Dampf, so dass mit der vollständigen Entfernung des letzteren die Luft ebenfalls vollständig verschwunden war. Es müssen somit die Gase anfänglich bis zu einer gewissen Grenze mit äusserster Rapidität von Flüssigkeiten absorbirt werden und erst von einem bestimmten Concentrationsgrade an in geringerem Maasse. Auch ein anderer Uebelstand machte sich noch sehr fühlbar. War nämlich die Luft

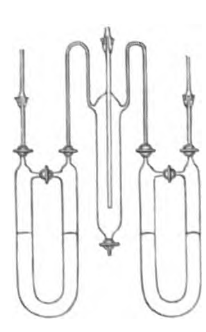
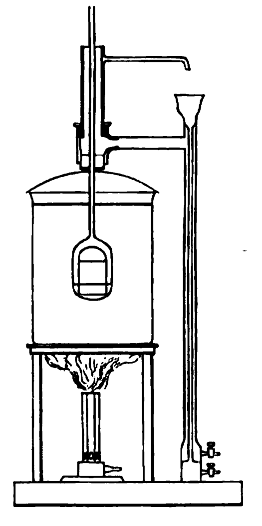


Fig. 7.

bis zu so hohem Grade ausgetrieben, dass nach der Condensation des Dampfes keine merkliche Luftblase mehr übrig blieb, so war es sehr schwer, selbst bei völligem Evacuiren und gleichzeitigem beträchtlichen Erhitzen überhaupt noch die Dampfbildung einzuleiten. Erfolgte dieselbe schliesslich, namentlich in Folge von Erschütterungen, dennoch, so geschah es unter heftiger Explosion, welche mit solcher Gewalt auftrat, dass ein Zerspringen des Gefässes befürchtet werden musste. Will man also den Apparat in der beschriebenen Form wirklich benutzen, so bleibt kein anderes Mittel, als eine kleine Menge Luft noch übrig zu lassen und zu versuchen, die Menge derselben durch Aenderung des Dampfvolumens und Beobachtung der correspondirenden Drucke zu ermitteln und alsdann in Berechnung zu ziehen.

Ist also einerseits der Apparat sehr bequem zum Gebrauche, so gewährt er andererseits doch nicht die für ganz exacte Messungen nöthige Genauigkeit und wird somit nur in solchen Fällen anzuwenden sein, bei welchen es sich wesentlich darum handelt, rasch zu arbeiten. Soll grössere Genauigkeit erzielt werden, so muss ihm eine andere Form gegeben werden. Bekanntlich können communicirende Gefässe nicht allein nebeneinander, wie im Falle des bis jetzt gebrauchten U-förmigen Rohres angewendet werden, sondern auch derart, dass das eine das andere umschliesst. Es wurde deshalb einmal probeweise der verschliessbare Schenkel des Versuchsrohres in das innere des offenen gebracht und die Schliessung nicht mehr wie bisher durch einen Stöpsel bewerkstelligt, sondern das Ende capillar ausgezogen, die Flüssigkeit aufgesaugt und alsdann zugeschmolzen. Diese etwas umständliche Füllungsart erwies sich glücklicherweise sofort beim ersten Versuche als unnöthig, ja es erwies sich überhaupt als durchaus überflüssig, den geschlossenen Schenkel schon vor Beginn der Versuche mit Flüssigkeit zu füllen, so dass es vollständig genügt, dem Versuchsrohre die aus Fig. 8 zu ersehende Form zu geben.


Fig. 8.

Der zu untersuchende Körper, sei er fest oder flüssig, wird ohne weitere Vorsicht einfach in den Hals des Kolbens eingebracht, so dass also die kleine Glocke, welche den geschlossenen Schenkel darstellt, zunächst vollständig mit Luft gefüllt ist. Wird nun bis zu dem gewünschten Temperaturgrade erhitzt (bei ursprünglich festen Körpern natürlich über den Schmelzpunkt) und wird dann fernerhin evacuirt, so beginnt, sobald der Druck des gesättigten Dampfes erreicht ist, die Flüssigkeit zu sieden d. h. es bildet sich im oberen Theil der Glocke eine Dampfblase, dieselbe vergrössert sich, erfüllt den ganzen Raum und bald entsteigt der unteren Oeffnung eine Blase nach der anderen.

Sehr rasch nehmen nun diese Blasen sämmtliche Luft mit sich fort und bei Wiedervergrösserung des Drucks verschwindet mit einemmale die gesammte Dampfmasse ohne Hinterlassung der kleinsten Blase. Es gelang also solcherart auf höchst einfache Weise die Flüssigkeit weit vollständiger von Gasen zu befreien als dies nach der früher beschriebenen Methode möglich war. Freilich würde, wenn keine weitere Vorkehrung getroffen würde, der in Form von Blasen entwichene Dampf in

die Röhrenleitungen zu Manometer und Recipienten gelangen und es ist deshalb nöthig, den zum Rohre verlängerten senkrecht aufsteigenden Hals des kleinen Kolbens mit einem beständig von kaltem Wasser durchflossenen Kühlrohre zu umgeben, welches allen entstandenen Dampf wieder zur Condensation zwingt, worauf die entstandenen Tropfen in den Kolben zurückfliessen. Man könnte nun hiergegen einwenden, dass durch die rückfliessenden kalten Tropfen die gleichförmige Temperatur der im Kolben enthaltenen Flüssigkeit gestört und dadurch ein neuer Anlass zu Fehlerquellen gegeben sei. Dem ist indess keineswegs so. Es erfolgt nämlich diese Condensation und das Rückfliessen der Tropfen nur so lange, als das Sieden dauert, d. h. so lange der Druck des Dampfes beträchtlich höher ist als der des Manometers d. h. also nur vor dem eigentlichen Versuch. Sobald aber die Gleichheit des Druckes innerhalb und ausserhalb der Glocke hergestellt ist, d. h. sobald die Flüssigkeit nach passender Handhabung der Hähne innerhalb und ausserhalb der Glocke gleich hoch steht, tritt ein Gleichgewichtszustand ein, bei dem nur noch fast unmerkliche Condensation des Dampfes stattfindet, indem nun der Kolben selbst mit Dampf, die Röhrenleitungen mit Luft gefüllt sind und beide den gleichen Druck besitzen, somit kein weiterer Anlass zu Strömungen vorliegt.

Ein weiterer Einwand wäre etwa der, dass durch den aus dem Erhitzungsbade herausragenden Hals des Kolbens eine beträchtliche Abkühlung herbeigeführt werden könne. Dass in der That hier ein Anlass zu schwacher Abkühlung vorliegt, kann man deutlich beobachten, allein die Beobachtung giebt zugleich eine durchaus befriedigende Vorstellung über die ungefähre Grösse dieser Abkühlung und zeigt dadurch den grossen Vorzug der Methode bezüglich der Gleichförmigkeit der im Dampfraume herrschenden Temperatur. Während die meisten Beobachter, welche sich mit der Messung von Dampfspannungen beschäftigten, eine ständige Benetzung der Wände und sogar ein Herabrinnen condensirten Dampfes constatirten, welches Regnault bekanntlich durch eine eigenthümliche Adhäsionswirkung der Röhrenwände zu erklären versucht, die mir mit dem Princip der Erhaltung der Energie nicht gerade besonders gut in Einklang zu stehen scheint, so zeigt sich in unserer Glocke wenigstens an den senkrechten Wänden niemals eine solche Benetzung und die ausserordentlich vollkommene Ausbildung des Randes deutet auf vollkommene Trockenheit hin. Nur wenn der Dampf sehr rasch comprimirt wird, so dass er nicht schnell genug von der Flüssigkeit aufgelöst werden kann,[1]) zeigt sich ein zarter Beschlag der Wände, der bald wieder verschwindet. Die oben erwähnte abkühlende Wirkung des Kolbenhalses lässt sich nur einzig daran erkennen, dass die obere Wölbung der Glocke, wenigstens bei höherer Temperatur, mit sehr feinen Tröpfchen bedeckt bleibt, welche sich allmählich, aber äusserst langsam vergrössern. Die Vergrösserung ist indess so unbedeutend und unmerklich, dass es nicht einmal zu gegenseitigem Zusammenlaufen, geschweige denn zum Herabrinnen eines Tropfens kommt. Solange indess die Condensation nur so äusserst gering bleibt, kann sie auch keinen merklichen Einfluss auf die Grösse der Dampfspannung ausüben, so dass es gestattet ist, diese Fehlerquelle als gar nicht vorhanden zu betrachten.

Es sei schliesslich noch bemerkt, dass die eigenthümliche Anordnung des einen Schenkels im Innern des anderen nicht principiell nöthig ist; ich wurde durch die-

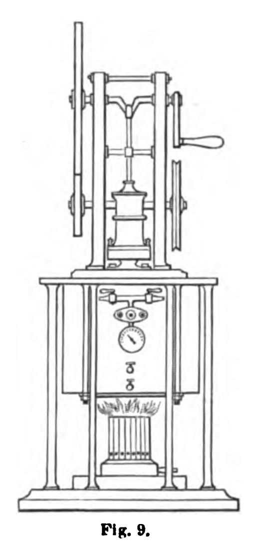
[1]) Ueber phys. Isomerie. Zeitschr. f. Kryst. 1877 I, 2, 121.

selbe nur darauf geführt, die Luft in der beschriebenen bequemen Weise austreiben zu lassen; man könnte dies eben so gut auch bei der gewöhnlichen Anordnung zur Form des U-förmigen Rohres[1]). Immerhin scheint mir die Anordnung insofern besondere Vorzüge zu besitzen, als den Explosionen leichter vorzubeugen ist. Es genügt gewöhnlich, das Rohr etwas zu erschüttern (oder durch Reiben in longitudinale Schwingungen zu versetzen), so dass die Glocke in schaukelnde Bewegung geräth, um die zur Bildung des Dampfes nöthigen Bedingungen hervorzurufen. Es ist aus diesem Grunde ferner zweckmässig, die Glocke aus sehr dünnem Glase zu blasen und den Hals des Kolbens nicht allzu eng zu wählen. Es wird so die Wirkung der Explosion darauf beschränkt, dass die Glocke an den stärkeren Wänden des Kolbens zerschellt, während im Uebrigen der Apparat unversehrt bleibt. Was die zu wählenden Dimensionen anbelangt, so haben die bis jetzt unternommenen Versuche dazu geführt, dass der Dampfraum mindestens zwei Cubikcentimeter betragen muss, falls der Einfluss der absorbirten Gase völlig verschwinden soll. Hierdurch ist fernerhin grosse Vorsicht bezüglich der Art und Weise der Erwärmung geboten.

Ich verwende zur Erwärmung, wie bereits gelegentlich erwähnt, entweder ein grosses Becherglas, welches auf einer Asbestplatte oder in einer mit Schlackenwolle ausgefütterten Schaale erhitzt wird, oder eine eigenartige Pumpvorrichtung.

Dieselbe bildet einen für sich vollständig selbstständigen Apparat, der in allen Fällen Verwendung finden kann, bei denen es sich darum handelt, einen Körper bei einer gewünschten constanten Temperatur zu untersuchen.

Bei den ersten Versuchen bediente ich mich einer gewöhnlichen, durch einen kleinen Gasmotor getriebenen Druckpumpe in Combination mit einem geräumigen kupfernen durch Gas heizbaren Windkessel (Fig. 9). Es ist dieser Apparat nicht nur zu dem genannten, sondern noch zu einer ganzen Reihe anderer Experimente verwerthbar, namentlich wenn in die Leitung noch eine Combination von Hähnen eingeschaltet wird, die indess in der Figur nicht angegeben ist. Es kann nämlich einerseits der Kessel auch ganz für sich allein als Dampfkessel gebraucht werden; zu diesem Zwecke ist oben ein seitliches Rohr mit Hahn, Sicherheitsventil und Manometer angebracht, das übrigens auch schon für den Gebrauch der Warmwasserpumpe aus dem Grunde vorhanden sein muss, weil beim Erhitzen die in dem Kessel eingeschlossene Luft sich beträchtlich ausdehnen und deshalb einen zu starken Druck ausüben würde. Andererseits kann auch die Pumpe für sich allein gebraucht werden, sei es zum Heben oder Aufsaugen einer Flüssigkeit, sei es zum Comprimiren oder Verdünnen der Luft u. dergl. In letzter Beziehung eignet sich die Pumpe in Combination mit dem Windkessel namentlich als Gebläse für das zum Zusammenschmelzen der Röhren dienende Gaslöthrohr. Es genügt vor der Arbeit, eventuell mit der Hand, für kurze Zeit die Pumpe in Thätig-


Fig. 9.

[1]) Wie ich später erfuhr, bediente sich Hr. Hofrath v. Babo einer principiell ähnlichen Methode zur Bestimmung von Siedetemperaturen. Es wurde die Kugel eines Thermometer mit einer kleinen Glocke umgeben und das so vorgerichtete Thermometer in die zu untersuchende Flüssigkeit eingetaucht und nun erhitzt, bis sich in der Glocke Dampf bildete.

keit zu setzen, um für eine halbe Stunde vollkommen ausreichend Luft für Speisung des Löthrohrs zu erhalten. Ein Wassergebläse erfüllt den Zweck natürlich eben so gut, ist aber nicht überall anzubringen.

Da, wie schon früher bemerkt, wurde das Zusammenschmelzen der Röhren dem Zusammenfügen derselben mit Schliffen weitaus vorzuziehen ist, diese Arbeit somit gewissermaassen ebenfalls zur Handhabung des Apparates gehört, so möchte ich hier mit einigen Worten auf eine Constructionsweise des Gaslöthrohrs hinweisen, welche mir zu diesem Zwecke besonders geeignet erscheint. Es ist dieses Löthrohr in $^3/_8$ der natürlichen Grösse in Fig. 10 dargestellt. Die Röhren für den Zufluss des Gases (*a*) und der Luft (*b*) liegen dicht nebeneinander und stehen rechtwinkelig zur Ausströmungsröhre. Letztere besteht aus drei Theilen, der verschiebbaren Hülse *c*, dem drehbaren Cylinder *d*, der Fassung *e* und der sehr feinen, gleichfalls drehbaren Löthrohrspitze *f*. Die drehbare Hülse *d* bildet zugleich den Zapfen des Hahns für die Gaszufuhr und ebenso ist die Löthrohrspitze der Zapfen des Hahns für das Gebläserohr. Beide sind durch arretirende Federn in ihrer Lage fixirt. Wie leicht zu ersehen, kann man durch Drehen der mit gerippten Rändern versehenen Zapfen *f* und *d* die Flamme nach Bedürfniss während des Gebrauchs reguliren. Die zu verschmelzenden Glasröhren werden erst in ihren Stativen befestigt und dann das Löthrohr um die zu erweichende Verbindungsstelle herumgeführt.

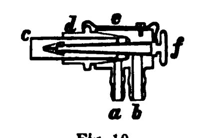


Fig. 10.

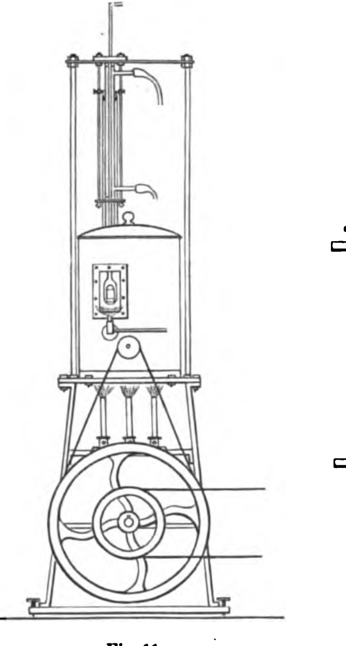
Was nun fernerhin den Gasmotor anbelangt, welcher zum Betrieb der Pumpe diente und aus dem Geschäft von Sombart & Buss in Magdeburg bezogen war, so glaube ich denselben ebenfalls als einen Apparat von vielseitiger Verwendbarkeit empfehlen zu dürfen. Derselbe diente schon früher zu meiner Arbeit über elektrische Entladungen und wurde ausserdem zu den mannigfaltigsten Versuchen während des Unterrichts benutzt. Die Handhabung desselben ist ausserordentlich einfach und der Gang von durchaus genügender Regelmässigkeit, sobald man nur stets auf diejenigen Umstände Rücksicht nimmt, welche zu Unregelmässigkeiten führen können. Solche entstehen nämlich immer dann, wenn die aus Kautschuk bestehenden Ventile der Maschine durch zu starke Erhitzung weich geworden sind und in Folge dessen sich nicht mehr mit genügender Präcision öffnen und schliessen. Die allzustarke Erhitzung selbst ist wieder die Folge unregelmässiger Entzündung des Gases, die entweder dadurch bedingt sein kann, dass die beiden Hälften der Ventilkammern nicht dicht genug auf einander schliessen oder auch durch Erschwerung der Kolbenbewegung in Folge angesetzten Rostes. Da der Kolben nicht geschmiert werden darf, so tritt das Rosten ausserordentlich leicht ein und man muss daher stets vermeiden, die Maschine, nachdem sie nur wenige Secunden gearbeitet, für mehrere Tage ruhen zu lassen. So lange nämlich der Cylinder noch nicht den genügend hohen Temperaturgrad erreicht hat, setzt sich das bei der Verbrennung des Gases entstehende Wasser als Beschlag an die Wände an und schon nach wenigen Tagen haben sich diese in Folge dessen mit einer so dicken Rostschicht bekleidet, dass der Kolben sich entweder nur noch sehr schwer oder gar nicht mehr bewegt und die Maschine gänzlich auseinandergenommen werden muss.

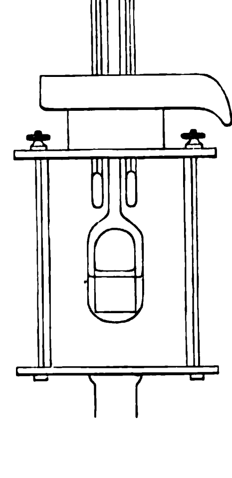
Da die Bewegung des Motors zum Betrieb der Pumpe zu rasch war, so musste eine zweimalige Uebersetzung eingeschaltet werden. Die Pumpe lieferte dann einen continuirlich ziemlich rasch fliessenden Strom heisser Flüssigkeit etwa von der Stärke

eines Daumens. Derselbe genügte schon recht gut zur Erhaltung constanter Temperatur, doch war die Construction noch mit einem sehr wesentlichen principiellen Fehler behaftet. War nämlich die Masse der Flüssigkeit gering im Vergleich zur Masse der Pumpe, des Kessels und der Leitungen, so entstanden zu grosse Wärmeverluste während der Strömung und in Folge dessen traten Unregelmässigkeiten ein; war andererseits die Masse der Flüssigkeit sehr gross, so wurde die Dauer der Versuche dadurch so vergrössert, dass der Nutzen der Einrichtung sehr fraglich erschien. Um nun über diese Schwierigkeiten hinwegzukommen, entschloss ich mich eine zweite Pumpe von weit geringerer Masse, dagegen grösserer Leistungsfähigkeit zur Verwendung zu bringen, nämlich eine kleine Centrifugalpumpe, der Werkstätte des Herrn E. Wettei in Mülhausen entstammend. Dieselbe wurde im Innern eines kupfernen Kessels derart befestigt, dass sie ganz von der erhitzten Flüssigkeit (Wasser oder Paraffin) bedeckt war. Bei den ersten vorläufigen Versuchen war der eigentliche Apparat zur Messung der Dampfspannung noch in ziemlicher Entfernung vom Kessel angebracht, so dass das heisse Oel ca. drei Meter Leitungsröhren zu durchlaufen hatte und dabei etwa ein Meter in die Höhe steigen musste. Trotz dieser ungünstigen Bedingungen gelang es, die Gleichförmigkeit der Temperatur so weit zu treiben, dass drei an verschiedenen Punkten der Leitung eingesetzte Thermometer nur wenig (um 1°—2°) abweichende Temperaturen zeigten.

Um nun noch günstigere Resultate zu erzielen, wurde die Leitung so weit wie möglich abgekürzt, d. h. das Versuchsrohr im Kessel selbst angebracht, wodurch gleichzeitig noch zwei weitere Vortheile erzielt wurden. Einerseits erwies sich nämlich nun ein besonderes Ableitungsrohr als überflüssig, es genügte die Flüssigkeit frei durch die Luft wieder herunterfliessen zu lassen; andererseits war die strömende Flüssigkeit beständig von einer nahezu gleich warmen Atmosphäre umgeben und somit die Wärmeverluste nur ausserordentlich gering.

Um nun solcherart, trotz der störenden Wände des Kessels, die Beobachtungen ungehindert ausführen zu können, wurden an zwei gegenüberliegenden Stellen in der Höhe des Versuchsrohres Glasfenster angebracht und hinter einem derselben eine zur Erleuchtung des Innern dienende Gaslampe. (Fig. 11.) Der Deckel wurde, um trotz der durch ihn hindurchtretenden Verlängerung des Versuchsrohres leicht abgehoben werden zu können, in zwei Theile zerschnitten und diese mit einander entsprechenden Einkerbungen versehen. Das Heizungsrohr wurde zusammengesetzt, wie aus Fig. 12 zu ersehen ist. Auf das Mündungsrohr der Pumpe wurde eine Scheibe aufgeschraubt, auf diese mittels Papierdichtung ein beiderseits abge-


Fig. 11.


Fig. 12.

schliffener Glascylinder aufgesetzt, auf diesen wieder, gleichfalls unter Zwischenfügung einer Papierdichtung ein kupferner Deckel und endlich alles vermittels zweier Schrauben fest zusammengezogen. Der kupferne Deckel trug einen seitlich geöffneten Kasten, welcher als Ausflussvorrichtung diente. Trotz ihrer Kleinheit wirkte nun die Pumpe so kräftig, dass die 6 cm breite und 1 cm hohe Ausflussöffnung noch nicht völlig zur Aufnahme der ganzen Flüssigkeitsmenge diente und die letztere daher noch allenthalben über die Ränder des Kastens überlief, was indess die Beobachtungen nicht weiter beeinträchtigte. Die Oeffnung des Deckels war genügend gross, um das Versuchsrohr und daneben noch zwei Thermometer bequem einführen zu können. Mit Hülfe dieses, wie gezeigt, in mehrfacher Hinsicht vortheilhaften Apparates gelang es nun leicht, namentlich bei gleichzeitiger Anwendung des ausgezeichneten Reichert'schen Thermostaten, so constante Temperaturen herzustellen, dass sich fast stundenlang das Niveau der im Versuchsrohr enthaltenen Flüssigkeit innerhalb und ausserhalb der Glocke gleichblieb, obgleich schon ein einziger Grad Temperaturänderung 20 mm oder noch mehr Aenderung des Manometerniveaus, also eine noch weit beträchlichere der Flüssigkeit im Versuchsrohre zur Folge haben sollte. Freilich lassen sich mit Paraffin keine allzuhohen Temperaturen erreichen und es müsste somit, falls man die Versuche bis zu beträchlich hohen Temperaturen treiben wollte, ein Luftbad zu Hülfe genommen werden.

Gerne möchte ich zum Schlusse eine Zusammenstellung wirklich ausgeführter Messungen folgen lassen, allein die mir zu Gebote stehenden Messinstrumente, namentlich Thermometer und Barometer erwiesen sich als so ungenau, dass die erhaltenen Zahlen durchaus nicht die gewünschte Uebereinstimmung mit den bereits bekannten zeigen und in nächster Zeit wird es mir auch nicht möglich sein, diesem Uebelstande abzuhelfen.

Mühlhausen i/E., im November 1881.

Selbstleuchtendes Fadenkreuz.

Von

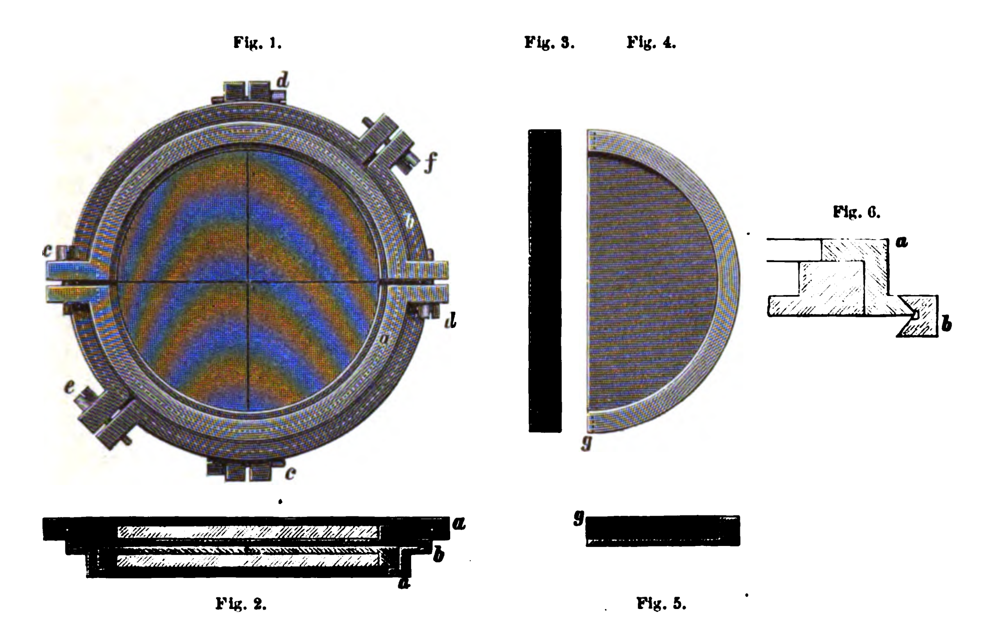
L. C. Wolff in Berlin.

Der Vorschlag des Herrn Dr. C. Bohn (diese Zeitschrift II. S. 12.), durch Auftragen feiner Linien auf Mikroskopdeckgläschen, mittels Leuchtfarbe, selbstleuchtende Fadenkreuze zu construiren, veranlasst mich, dem Urtheil der Leser dieser Zeitschrift einen anderen Vorschlag zur Construction solcher Fadenkreuze zu unterbreiten.

Denkt man sich nämlich eine Glasplatte durch einen feinen Schnitt in zwei Theile zerlegt und die Schnittflächen aufs Feinste ebengeschliffen, so kann man einen selbstleuchtenden Strich dadurch erzeugen, dass man Leuchtfarbe zwischen die Schnittflächen bringt, die beiden Hälften wieder aneinanderfügt und so zusammendrückt, dass die überschüssige Farbe herausquillt und eine feine Linie entstehen lässt. Dieser Gedanke liegt der nachfolgend beschriebenen Construction selbstleuchtender Fadenkreuze zu Grunde.

Zur Bildung des Fadenkreuzes dienen vier halbkreisförmige, einander gleiche Glasscheiben, s. Fig. 4, (Ansicht Fig. 3, Querschnitt Fig. 5), deren Haupt-Kreisflächen

gut polirt und einander gleich sind. Die in der Figur angedeutete Vertiefung kann vor oder nach dem völligen Zusammensetzen eingeschliffen werden; in manchen Fällen wird das Letztere vorzuziehen sein. Die kreuzweise schraffirten Flächen (Fig. 2 und 3) bedeuten nicht Querschnitt, sondern Ansicht, und sind nur zur Hervorhebung doppelt schraffirt. Die (doppelt schraffirte) ebene Fläche einer solchen



Halbscheibe wird nun mit Leuchtfarbe, unter welche etwas Klebstoff gemischt ist, dünn bestrichen und, auf einer gut geebneten und glatten Unterlage mit ihrer grössten Fläche aufliegend, gegen die entsprechende Fläche einer zweiten Halbscheibe gedrückt. Beide werden schliesslich durch einen Ring vom Querschnitte *a* (Fig. 6), welcher ebenfalls aus zwei Hälften besteht, umfasst und mittels zweier Schrauben *c* und *d* (Fig. 1) scharf zusammengezogen. Ein zweiter genau dem ersten entsprechender Körper aus zwei Halbscheiben wird mit seiner unteren, nicht angeschliffenen Fläche so gegen die untere des ersten Körpers gelegt, dass die beiden Trennungsfugen rechtwinkelig zu einander liegen. Dann werden beide Körper durch einen dritten, aus zwei gleichen Hälften bestehenden Ring *b*, Fig. 5, umschlossen und durch zwei Schrauben *e* und *f*, Fig. 1, mit Hülfe der schrägen Keilflächen zusammengezogen, so dass die unteren Flächen scharf gegen einander gedrückt werden. Wenn das Glas von guter Qualität ist und die Flächen alle genau geschliffen sind, so wird durch den von den Schrauben ausgeübten Druck der grösste Theil der Leuchtfarbe zwischen den kleinen Druckflächen herausgepresst, und nur so viel Farbe zurückbleiben, dass, senkrecht zur Scheibe gesehen, eine äusserst feine Linie erscheint, deren Dicke man bei der Anfertigung beliebig variiren kann. Beide unter 90° — oder einem anderen Winkel — zu einander stehende Linien werden also das Fadenkreuz ergeben.

Wie aus Fig. 2 ersichtlich ist, greift die Druckkraft der Schrauben *c* und *d*, Fig. 1, nicht in derselben Ebene an, wie der Gegendruck auf den Farbeflächen. Es entsteht hierdurch ein Kräftepaar, welches bei Zusammenziehung des Ringes *a* und

des dicken Scheibenkranzes eine Drehung beider Halbscheiben um eine in der Mitte zwischen den beiden Druckflächen parallel denselben und den beiden Kreisflächen liegende Axe zu bewirken sucht. In Folge dessen suchen die Ringe sich zu heben oder, was dasselbe ist, die Fuge hat die Tendenz, sich nach der Richtung, in der die untere grosse Kreisfläche liegt, herauszupressen. Diesem entsprechend sucht sich die Fuge des gegenliegenden Körpers in entgegengesetzter Richtung zu bewegen. Freilich wird jedem dieser Kräftepaare das Gleichgewicht gehalten von einem an der Kante *g*, Fig. 5, auftretenden Gegendrucke; es ist aber jedenfalls kein Bestreben vorhanden, die beiden Fugen von einander zu entfernen; sie werden sich im Kreuzungspunkte immer berühren. Es kann sogar zweckmässig sein, die Kante *g* etwas abzurunden, so dass der Gegendruck nicht auftreten kann; die beiden Kräftepaare halten sich dann selbst das Gleichgewicht und der Kraftschluss bietet ein Moment mehr für die dauernde Berührung der Fugen.

Die Gleichmässigkeit und Glätte der Linien hängt von zwei Bedingungen ab. Erstens müssen die Druckflächen genau auf einander aufgeschliffen und sauber polirt werden, zweitens muss die Farbe vollkommen gleichmässig sein, d. h. chemisch rein, gut durchgemischt und in ein unfühlbares Pulver verwandelt; in der Farbe darf kein Korn vorkommen, das merklich grösser ist, als andere. Bei der geringen Menge der nöthigen Farbe erfordert es nicht allzuviel Zeit, dieselbe vorher mikroskopisch abzusuchen, um jedes grössere Korn sofort zerdrücken oder entfernen zu können. Sollen die Linien sehr fein werden, so müssen die Flächen vor dem Zusammenziehen an einander gerieben werden. Die aufgestrichene Masse wird dann fast ganz herausgedrückt und nur soviel bleibt übrig, als der Adhäsion zwischen dem Glase und der Masse entspricht. Dies ist aber so wenig, dass die Linie auch für die stärksten Oculare brauchbar sein wird.

Vor äusseren Einflüssen liesse sich das Fadenkreuz dadurch schützen, dass man es gänzlich mit durchsichtigem Lack überzieht, oder dass man in die ausgeschliffenen Vertiefungen dünne, gut passende Glasscheiben legt und dann nur alle Fugen mit Lack überzieht.

Sollte ein Fadenkreuz mit mehr Linien gewünscht werden, so wäre natürlich eine runde Scheibe durch parallele Schnitte in drei oder mehrere Theile zu theilen. An der Einrichtung der Fassung brauchte deshalb nichts geändert zu werden, ja dies wäre nicht einmal nöthig, wenn die Striche irgend welche Winkel mit einander bildeten.

Anwendung des Töpler'schen Schlieren-Apparates auf Mikroskope.

Von

Mechaniker **W. Seibert** in Wetzlar.

Im Inneren mikroskopischer Objecte entziehen sich manche Theile nicht nur ihrer Kleinheit wegen der Beobachtung, sondern auch weil sehr häufig ihre Dichtigkeit so wenig von derjenigen der Umgebung abweicht und sie deshalb einen zu unbedeutenden Einfluss auf den Gang der Lichtstrahlen ausüben. Prof. Dr. A. Töpler hat sich mit diesem Gegenstande in einer Monographie „Beobachtungen nach einer neuen optischen Methode, Bonn 1864“ beschäftigt; er giebt hierin im Wesentlichen

die Beschreibung eines von ihm construirten Apparates, — von ihm „Schlieren-Apparat" genannt wegen seiner Anwendung auf Untersuchung von Schlieren, — welcher die Beobachtung sonst unbemerkt bleibender Stellen an mikroskopischen Objecten ermöglicht.

Ich will zunächst das Princip der Töpler'schen Methode kurz skizziren; wegen der Details verweise ich auf das oben erwähnte Buch, dem auch Fig. 1 entnommen ist. Es sei in *a* (Fig. 1) eine Lichtquelle, die wir uns vorläufig als Punkt denken wollen

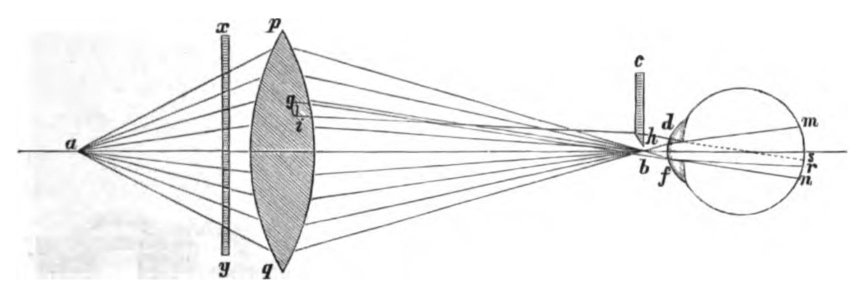


Fig. 1.

und die nach der Linse *p q* ihre Strahlen sendet; diese werden durch die Linse gebrochen und in *b* wieder zu einem Punkte vereinigt. Einem Auge, welches so steht, dass alle diese Strahlen hineingelangen, z. B. in *d f*, und welches gleichzeitig so accomodirt ist, dass es die Linse *p q* deutlich sieht, wird diese hell erleuchtet erscheinen. Wird aber durch irgend eine Vorrichtung ein Schieber *c h* gegen den Punkt *b* hin bewegt, dann werden in dem Augenblicke, wo er den Punkt passirt, sämmtliche Strahlen abgeblendet und die Linse wird plötzlich dunkel erscheinen. Befindet sich nun an irgend einem Punkte derselben, etwa in *g i*, eine stärker brechende Stelle von beliebiger Form, so werden die *g i* passirenden Strahlen nicht in *b*, sondern näher der Linse oder entfernter von ihr oder auch gar nicht die Axe treffen; an *b* aber werden diese Strahlen seitlich vorbeigehen. Beim Vorrücken des Schiebers wird ein Theil derselben schon früher abgeblendet als die normalen Strahlen und die fragliche Stelle müsste deshalb etwas dunkler erscheinen, als der übrige Theil der Linse; der Unterschied in der Lichtintensität ist aber so gering, dass die Stelle meistens nicht bemerkt werden wird. In dem Augenblicke aber, wo der Schieber gerade *b* abblendet und die Fläche der Linse dunkel wird, bleiben nur die in der Zeichnung unterhalb *b* vorbeigehenden Strahlen übrig und *g i* erscheint hell leuchtend auf dunklem Grunde. Befindet sich die Stelle *g i* nicht in der Linse selbst, sondern in einem Medium vor oder hinter derselben, etwa in *x y*, so ist die Wirkung natürlich dieselbe. Genau derselbe Effect wird auch erreicht, wenn *g i* ein schwächeres Brechungsvermögen besitzt, als der übrige Theil der Linse; eine Betrachtung der Figur ergiebt dies ohne Weiteres.

Bei der praktischen Ausführung eines auf diesem Principe beruhenden Apparates hat Prof. Töpler die Entfernung von *b* zur Linse sehr gross, 15—25 Fuss, gewählt; an Stelle des Auges ist ein Fernrohr eingeschaltet, welches auf die Linse, resp. auf die zu untersuchende Platte eingestellt wird; der Effect wird durch diese Anordnung bedeutend verstärkt. — Bei Gelegenheit eines Besuches bei Herrn Prof. Töpler machte mich derselbe auf die Art aufmerksam, wie das Princip auch für Mikroskope verwendbar gemacht werden könnte; nach seinen Andeutungen habe ich einen Ap-

parat construirt, der in der That bei schwächeren Vergrösserungen vortrefflich functionirt. Fig. 2 stellt die Einrichtung im Durchschnitt dar.

Das Blendungs-Diaphragma *a* eines Mikroskopes hat eine halbkreisförmige Gestalt; die gerade Kante steht in der Figur senkrecht zur Ebene des Papiers. Das Diaphragma wird so gestellt, dass in *b* ein umgekehrtes Bild desselben erscheint. Genau an der Stelle des Bildes ist ein Rahmen *c c* in einem seitlichen Schlitz des Stückes *n n*, welches zwischen Tubus und Objectiv eingeschaltet ist, quer verschiebbar.

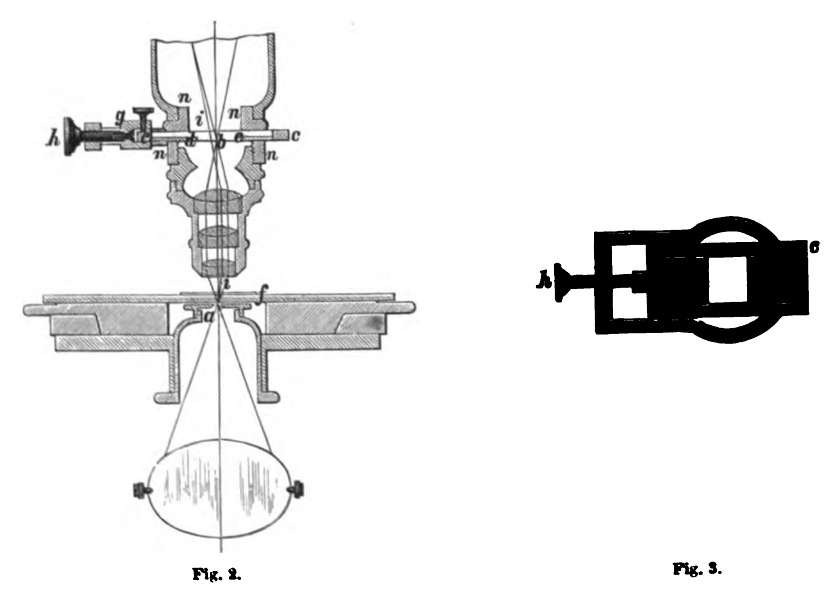


Fig. 2. Fig. 3.

Dieser Rahmen trägt in *d* ein Glasplättchen, welches auf der unteren Seite matt geschliffen ist und bei *e* ein dünnes Metallplättchen, dessen nach der Mitte gerichtete Kante abgeschrägt ist. Der Raum zwischen *d* und *e* ist frei, damit bei einer Stellung des Rahmens, wie in der Figur, alle vom Object kommenden Strahlen ungehindert durchgehen können. Die Klemmschraube *g* hält den Rahmen in einer beliebigen Stellung fest; wird *g* gelöst, so kann der Rahmen mit der Hand frei verschoben werden; nur die letzte Einstellung geschieht, nachdem man *g* angezogen hat, mittels der feinen Schraube *h*. Fig. 3 zeigt die Einrichtung in der Vorderansicht.

Beim gewöhnlichen Sehen durch das Mikroskop ist das Gesichtsfeld hell erleuchtet und zwar durch die Strahlen, die am Object *f* vorbei in das Objectiv gelangen. Alle diese Strahlen müssen die Stelle bei *b* innerhalb des Diaphragmenbildes passiren. Verschiebt man nun den Schieber von rechts nach links, so wird, wenn die Kante des Plättchens *e* nahe an die Axe kommt, von dem Diaphragmenbild nur noch ein schmaler Lichtstreifen übrig bleiben und bei noch weiterem Vorschieben verschwindet auch dieser. In demselben Augenblicke wird das Gesichtsfeld dunkel; übrig bleiben aber die Strahlen, die im Object eine Ablenkung nach links erfuhren — wie in Fig. 2 der Strahl *i* —, und die betreffenden Stellen erscheinen hell. Es leuchtet ein, dass auf diese Weise noch leicht Stellen im Object gesehen werden können, die bei der grossen Helligkeit des ganzen Gesichtsfeldes nicht aufgefallen wären. — Es ist nicht überflüssig zu erwähnen, dass nur die senkrecht zur Schieberkante abgelenkten Strahlen wirksam sind. Der Apparat muss daher so einge-

richtet sein, dass man das Object um die optische Axe drehen kann, während alles Uebrige fest bleibt.

Die Manipulationen beim Gebrauch sind folgende: Man giebt zunächst dem Schieber *cc* die Mittelstellung, bei welcher der freie Raum zwischen *d* und *e* in der optischen Axe ist, und stellt das Mikroskop scharf auf das Object ein. Letzteres wird hierauf zur Seite geschoben, so dass sich nun eine freie Stelle des Objectträgers unter dem Objective befindet, und es wird die matte Scheibe *d* in die optische Axe gebracht. Man stellt dann das halbkreisförmige Diaphragma so ein, dass das Bild desselben scharf auf der matten Fläche erscheint und die gerade Kante im Bilde genau der Kante des Plättchens *e* parallel und von ihr abgewendet steht, so dass beim Vorrücken des Schiebers zuerst die runde Seite abgeblendet wird und zuletzt nur eine schmale Lichtlinie übrig bleibt. Die Einstellung des Diaphragma muss durch Verschieben desselben erzielt werden; der Tubus darf hierbei nicht mehr verstellt werden, weil sonst, wenn der Tubus nachher wieder auf das Object eingestellt würde, das Bild des Diaphragma nicht mehr in einer Ebene mit der Kante *e* läge, was unbedingt nöthig ist. Rückt man dann den Schieber so, dass die Strahlen ungehindert durchgehen können, so ist das Instrument zur Beobachtung vorbereitet. Man fasst die zu untersuchende Stelle des Objects in's Auge und rückt hierauf langsam den Schieber mittels der Schraube *h* vor, bis die Kante des Plättchens *e* die optische Axe trifft und die directen Strahlen sämmtlich abgeblendet sind. Das Gesichtsfeld erscheint nun dunkel, aber alle Stellen des Objects, die ein wenn auch nur wenig kleineres oder grösseres Brechungsvermögen haben, leuchten hell im dunklen Felde auf. Wird der Schieber noch ein wenig weiter vorgeschoben, so verschwinden auch diese Strahlen. Der zur Beobachtung geeignete Moment ist also der, wenn gerade alles directe Licht abgeblendet ist.

Der Apparat in der beschriebenen Form ist jedoch nur für schwache Vergrösserungen brauchbar, bei stärkeren treten mehrere Uebelstände hervor. Zunächst müsste der Schieber sehr nahe an die Linsen gebracht werden, wie aus dem Grundprincipe unmittelbar folgt. Denn wenn das ganze Gesichtsfeld mit einem Male verdunkelt werden soll, so muss der Schieber gerade an der Stelle sein, wo das Diaphragmenbild entsteht; steht er aber etwas weiter davon, so ist nur die Hälfte des Gesichtsfeldes brauchbar. Je näher den Linsen aber, desto grösser wird die sphärische Aberration, da die Objective nur für eine Entfernung des Bildes gleich der Tubuslänge richtig corrigirt sind; das Diaphragmenbild wird nicht sehr scharf und die im Object abgelenkten Strahlen vermischen sich mit den verschwommenen Rändern dieses Bildes. Ein weiterer Uebelstand ist der, dass schon bei Objectiven mit einer Brennweite von 3 mm die Entfernung zwischen Object und Diaphragma so klein sein muss, dass man einen gewöhnlichen Objectträger nicht mehr benutzen kann; man muss hier schon ein Deckglas zum Objectträger nehmen. Bei noch stärkeren Objectiven, besonders solchen mit Correctionsfassung, bei denen man mit dem Schieber nicht so nahe an die Linsen kommen kann, ist der Apparat überhaupt nicht anwendbar.

Zum besseren Verständniss sei erwähnt, dass die Entfernung zwischen Object und Diaphragma gleich sein muss der Differenz der Entfernungen, die ein Object vom Brennpunkte des Objectivs haben muss, damit sein Bild einmal in das Ocular und dann in die Ebene des Schiebers *cc* fällt. Bezeichnet man mit



p die Brennweite der Objectivs,
d die Entfernung des Objects vom vorderen Brennpunkte des Objectivs,
d_1 „ „ „ Diaphragma „ „ „ „ „
f „ „ „ Oculars „ hinteren „ „ „
f_1 „ „ „ Schiebers „ „ „ „ „

so ist nach einer bekannten Formel $d = \frac{p^2}{f}$, $d_1 = \frac{p^2}{f_1}$. Setzen wir nun $f = 180$ mm, $f_1 = 18$ mm, $p = 3$ mm, so wird $d = 0{,}05$ mm, $d_1 = 0{,}5$ mm. Die Entfernung des Diaphragma vom Objecte $d_1 - d$ wird also nur 0,45 mm.

Diesem Uebelstande liesse sich wohl dadurch abhelfen, dass man von einem grösseren, hell erleuchteten Diaphragma zuerst ein Bild entwürfe und von diesem ein zweites in *cc* entstehen liesse; das erste Bild könnte dann dem Object beliebig nahe gebracht werden und die Wirkung wäre dieselbe, als wenn an der Stelle des Bildes ein wirkliches Diaphragma wäre.

Um den Apparat auch für stärkere Vergrösserungen brauchbar zu machen, lässt sich demselben noch eine andere Form geben. — Es entsteht über der oberen Ocularlinse ein zweites aufrechtes Bild des Diaphragma; es wird nun offenbar dieselbe Wirkung, wie früher erzielt werden, wenn der Schieber sich an dieser Stelle befindet. Das matte Scheibchen d kann dann in Fortfall kommen, da man bei dieser Anordnung mit einer Lupe recht gut sehen kann, wenn sich der Schieber in der Ebene des Diaphragmabildes befindet. Das Ocular wird jetzt annähernd an der richtigen Stelle den mit feiner Horizontalschraube verschiebbaren Rahmen *cc* mit dem Plättchen e tragen; zugleich wird eine zweite Mikrometerschraube beigegeben werden können, welche den Schieber auch in senkrechter Richtung verschiebt, um ihn genau in die Ebene des Diaphragmabildes zu bringen, ohne dass er sich jedoch um die optische Axe dreht. — Auch diese Einrichtung wird indess noch der Verbesserung fähig sein.

Bei Beobachtungen, die mit dem Apparate gemacht wurden, war zu bemerken, dass, wenn das Gesichtsfeld verdunkelt wurde, eine stärkere Tiefenwirkung des Mikroskopes stattfand. Bei hellem Gesichtsfelde konnte z. B. an einem Präparat von sich bewegenden Stäbchenbacterien das einzelne Individuum nicht länger gesehen werden, als es sich genau in der Einstellungsebene befand; die schräg oder senkrecht stehenden sah man nur als Punkte; es war überhaupt nicht möglich, einzelne Individuen länger im Auge zu behalten. Wurde jedoch das Gesichtsfeld mittels des Schiebers verdunkelt, so konnte man jedes einzelne Individuum in seinen Bewegungen verfolgen.

Ueber Lampen für monochromatisches Licht.

Von
Prof. Dr. **H. Laspeyres** in Aachen.

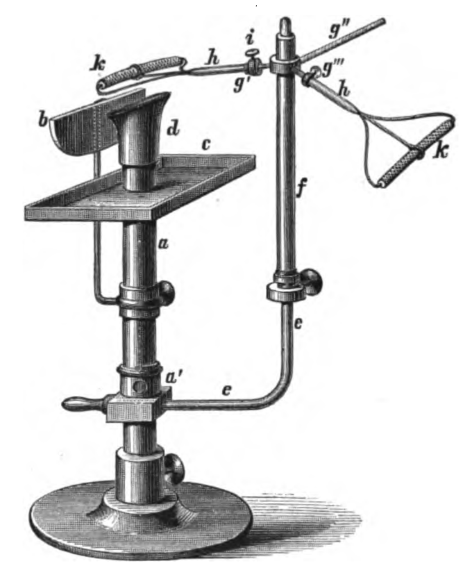
An Vorschlägen für Lampen mit monochromatischem Lichte von grosser und anhaltender Lichtstärke zu chemisch- und krystalloptischen Untersuchungen fehlt es nicht[1])

[1]) Wild, ein neues Polaristrobometer. Bern 1865. 14. — Cornu, Bull. soc. chim. 1870. [2]. 14. 140 — Meyerstein, Landolt optisches Drehvermögen. Braunschw. 1879. 99. — Groth, Physi-



Alle beruhen darauf, eine sogenannte nicht leuchtende Gasflamme intensiv durch Natrium- Lithium- und Thalliumsalze zu färben. Sie unterscheiden sich nur je nach dem zu erfüllenden Zwecke in der Austrittsöffnung des Gases, also in der Form der Flammen, in der Einführungsart der Salze in die Flamme, in der Art der Salze und darin, dass manche Wasserstoff neben oder statt des Leuchtgases benutzen, oder statt des freien Luftzutrittes ein Gebläse einführen, um durch gesteigerte Hitze der Flamme die Verdampfung der Metallsalze und damit die Leuchtkraft der Flamme zu erhöhen.

Die Lampen werden dadurch zum Theil complicirt und deshalb unzweckmässig und theuer. Dass man auch mit einfachen Mitteln denselben Zweck erreichen kann, beweist eine von C. Desaga in Heidelberg[2]) nach meinen Angaben angefertigte Lampe, welche ich seit Jahren, jetzt allerdings mit nicht unwesentlichen Verbesserungen, zu allen krystalloptischen Untersuchungen benutze, und welche in Bezug auf ihre Lichtstärke den Vergleich mit den genannten Lampen aushält, aber zugleich den besonders für krystalloptische Untersuchungen grossen Vortheil besitzt, dass die Breite der Flamme fast gleich deren Höhe ist, dass die Flamme gleichmässig stark leuchtet und nicht flackert. Während die meisten derartigen Lampen für Saccharimeter und Polaristrobometer construirt sind und sich für krystalloptische Untersuchungen nicht eignen, dient meine Lampe gleich gut zu allen optischen Untersuchungen im homogenen Lichte.



Die Lampe besteht aus einem Bunsen'schen Brenner *a* von 14 mm lichter Weite mit einem Schieber *a'* zum Reguliren des Luftzutrittes und mit einer abnehmbaren Kappe *d* mit einer schlitzförmigen Gas-Austrittsöffnung von 40 mm Länge und 2 mm seitlicher, sowie 3 mm centraler Weite. Zur Verhütung von Flammenfärbungen ist es zweckmässig, die Kappe aus Platin machen zu lassen, statt aus Messing. An dem Rohr *a* ist ferner ein Zugschirm *b*, sowie ein Teller *c*, endlich ein rechtwinkelig aufwärts gebogener Arm *e* befestigt. Um diesen Arm dreht sich der auch vertical verschiebbare Träger *f* mit drei radialen Armen *g*, an welche mittels der Hülsen *h* und der Klemmschrauben *i* die radial verschiebbaren Behälter *k* für die Metallsalze befestigt werden. Dieselben bestehen aus einem 55 mm langen und 4 bis 5 mm dicken Hohlcylinder aus Platindrahtgaze, welcher durch drei gegen 1 mm dicke Platindrähte mit der Hülse *h* verbunden ist. Dieser Cylinder ist nicht ganz gerade, sondern genau wie der heisseste Theil des Flammenmantels in etwa 15 mm Höhe

kalische Krystallographie 1876. 479. — Laurent, Landolt l. c. 94. Dingler Pol. Journ. 1877. **223.** 608. Compt. rend. 1880. **91.** 112. — Terquem, Journ. d. phys. théor. e. appl. 1881. **10.** 119. Compt. rend. 1880. **91.** 1484, Carls Repertor. 1881. **17.** 334. — Hofmann, Carls Repertor. 1881. **17.** 397. — Uppenborn, ebendaselbst.

[2]) Vervollständigung zum Preisverzeichnisse 1877 S. 8. No. 1052.

p die Brennweite der Objectivs,
d die Entfernung des Objects vom
d_1 „ „ „ Diaphragma „
f „ „ „ Oculars „
f_1 „ „ „ Schiebers

so ist nach einer bekannten Formel

$f_1 = 18$ mm, $p = 3$ mm, so wird
Diaphragma vom Objecte d_1 - d w

Diesem Uebelstande liesse sic
grösseren, hell erleuchteten Diap
ein zweites in cc entstehen li
nahe gebracht werden und di
Bildes ein wirkliches Diaph

Um den Apparat auch
sich demselben noch ein
Ocularlinse ein zweites
dieselbe Wirkung, wie
Stelle befindet. Da
bei dieser Anordnung
in der Ebene des D
der richtigen Stell
mit dem Plättchen
werden können,
ihn genau in di
um die optisch
besserung fähi

Bei Beob
dass, wenn
Mikroskopes
von sich b
sehen wer
senkrecht
einzelne
mittels
Beweg

anl
es n

14.

so dass er überall gleich-

werden die Cylinder gleich-
richtigen Stelle in die Flamme
Ein solcher mit Chlornatrium[3])
unterbrochen eine gleich gute

des Armes mit Chlornatrium

reducirt werden, und das Thallium
der Cylinder aus Platingaze durch
in Salzsäure mehrfach ausgekochten

tränkte Bündel bringt man zur Ver-
Theile der Flamme. Die Bildung
langsam den Asbest.
Asbestbündel tragen wesentlich dazu
c dient zum Auffangen der etwa ab-
hirm b hält die vom glühenden Platin

die Lampe eine 80mm breite und
und hellleuchtende Flamme, welche
brennt.
der Metallsalze für die Athmungsorgane
Rauchfang, schützt aber die Flamme
fenen Blechmantel, welcher ausser einer
Spiegelglas geschlossenes, etwa 80mm
Beobachtungsapparat sich befindet. Das wegen
Fenster muss man rasch gegen ein neues

blendende Nebenlicht von dem im Dunkel-

in der Lithiumflamme kann man ein rothes
Natriumstrahlen von den beigemengten Spuren
stellt man vor das Fenster des Mantels ein
mit einer geeignet starken Lösung von Kalium-
Gefässen sehr lange klar bleibt und dazu bei-
den Apparaten abzuhalten.

richtig genug.

Eine Demonstrationswaage für physikalische Vorlesungen.

Von
Mechaniker **Alb. Rueprecht** in Wien.

Um die Gewichtsverhältnisse der festen, tropfbar flüssigen und gasförmigen Körper vor einem grösseren Zuhörerkreise direct zur Anschauung zu bringen, ist die gewöhnliche Analysenwaage, wie sie in physikalischen Cabineten zu finden ist, nicht geeignet. Ich habe daher zu diesem Zweck eine Demonstrationswaage construirt, an welcher mit der grössten Leichtigkeit alle Gesetze, auf denen die Theorie und Wirkungsweise der Waage beruht, und alle mit der letzteren selbst ausführbaren Arbeiten in Form von Vorlesungsversuchen vorgeführt werden können. Die Waage ist so eingerichtet, dass sie leicht und sicher von einem Ort zum anderen gebracht und ohne Umstände auseinander genommen und wieder zusammengestellt werden kann; auch ist sie empfindlich genug, um in der Zwischenzeit für alle vorkommende Wägungen, soweit diese nicht wirkliche Präcisionswägungen sein müssen, in jedem physikalischen Cabinet brauchbar zu sein.

Die Säule, auf welcher der Waagebalken ruht, (siehe die beigegebene Figur, auf welcher die Waage von hinten gesehen dargestellt ist) ist in Form eines nach vier Seiten durchbrochenen Obelisken aus vier eisernen Rippen gebildet. Sie wird von einer quadratischen Grundplatte getragen, welche an ihren vier Ecken mit den zur Horizontalstellung nöthigen Stellschrauben versehen ist. Unter dieser Grundplatte befindet sich die Welle mit dem Arretirungsexcenter; oben vorn trägt die Platte einen cylindrischen Vorsprung mit der Elfenbeinscale, auf welcher die Zunge spielt. Am oberen Ende der Säule ist vorn ein Pendel zur Horizontirung angebracht; ferner befindet sich dort eine Kopfschraube, welche die vordere Stossplatte des Mittellagers und damit dieses selbst fixirt. Nach Lüften dieser Schraube kann das Mittellager aus der Säule herausgenommen werden.

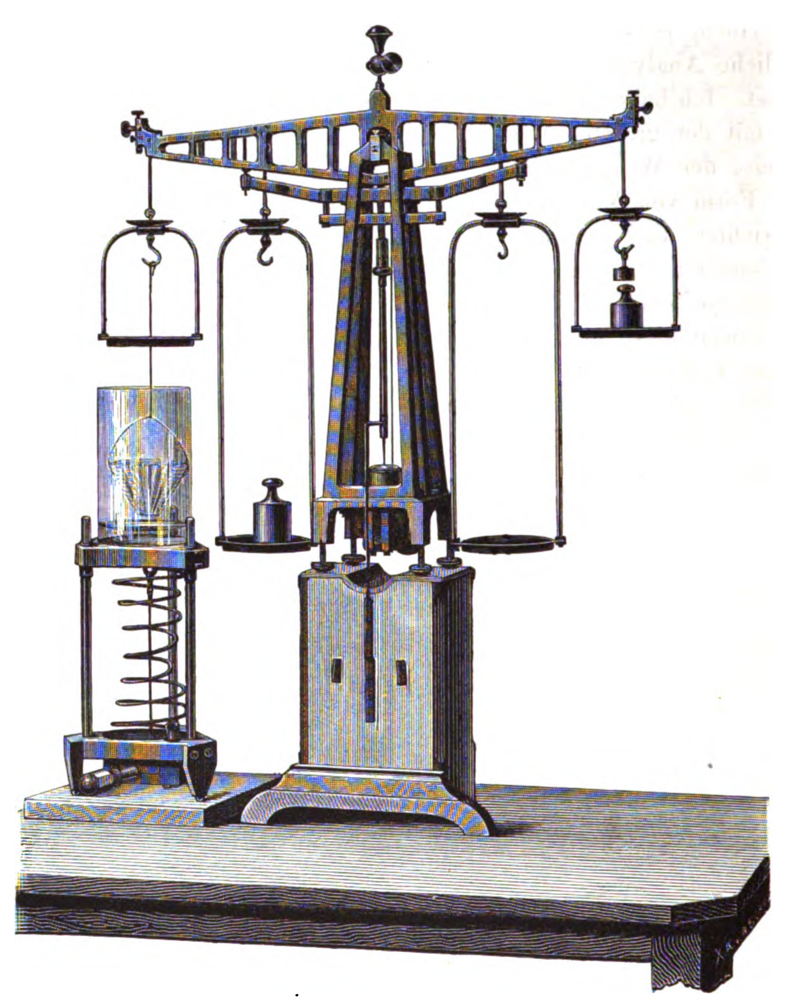
Der Waagebalken ist, statt der üblichen zwei, mit vier Gehängen versehen, derart, dass die äusseren doppelt so weit von der Mittelaxe abstehen wie die inneren und sowohl das innere wie das äussere Paar eine gleicharmige Waage bildet.

Der Balken ist zweischildig, d. h. er besteht aus zwei gleich breiten und langen, vielfach durchbrochenen dünnen Lamellen, welche durch eine Anzahl Zwischenstücke in paralleler Lage mit einander zu einem starren Ganzen verbunden sind. Zwischen diesen beiden Balkenlamellen sind die vier Seitenaxen in entsprechender Entfernung von der Mittelaxe derart befestigt, dass sie durch feine Schrauben und in sicherer Führung leicht justirt und fixirt werden können. Um nun aber auch die Folgen einer Verrückung der Axen in verticaler, wie in horizontaler Richtung demonstriren zu können, befindet sich an den beiden äussersten Enden des Balkens ein drittes Paar als mobile Axen. Dieselben haben für ihre Bewegung zwischen den parallelstehenden beiden Lamellen des Waagebalkens sichere Führung und tragen oben vertical stehende, stählerne Kopfschrauben, mittels welcher sie rechtwinkelig zur Drehaxe des Waagebalkens um 10 mm gehoben oder gesenkt werden können. Es ist ferner Sorge getragen, dass die Schneiden dieser Axen mit der Mittelschneide genau in eine Ebene gebracht werden können. Ihre Feststellung erfolgt durch stählerne Lappenklemmschrauben, ihre Verstellung durch Druckschrauben mit geränderten Köpfen.



Zur Hebung und Senkung des Schwerpunktes dient ein Gewicht, welches sich, auf der cylindrischen Zunge federnd, leicht auf und abschieben lässt.

Die Waagschalen sind voluminöse messingene Bügelschalen, welche oben kleine Tarirschälchen und, unterhalb dieser, Haken zum eventuellen Aufhängen diverser Körper tragen. Nach unten enden die Bügel in einen horizontalen Ring von recht-



winkeligem Querschnitt und circa 12 cm Oeffnung. In diesem Ringe liegen tarirte Einsatzschalen aus Messing. Von solchen Waagschalen sind der Waage vier Stück beigegeben, von denen ein Paar an langen, ein Paar an kurzen Bügeln befestigt ist.

So wie die Waage bis jetzt beschrieben wurde, ist sie für den gewöhnlichen Dienst im Cabinet verwendbar. Soll sie für Vorlesungszwecke dienen, so wird sie auf einen mit Löchern, zum Einsetzen der Stellschrauben, versehenen und auf drei Füssen stehenden hölzernen Sockel nach dem Pendel horizontal aufgestellt. Auf der hinteren, dem Auditorium zugekehrten Seite dieses Sockels befindet sich eine Theilung, bestehend aus drei einen Centimeter breiten Strichen auf weissem Grunde, welche in einer Entfernung von reichlich 4 cm von einander abstehen. Ein ganz gleich breiter Streifen wie der mittlere und längere dieser Theilstriche, ist nun an

dem einem Ende eines in rechtem Winkel abgebogenen metallenen Bügels befestigt, dessen anderes Ende rechtwinkelig in eine geschlitzte Zwinge eingeschraubt ist. Diese Zwinge lässt sich leicht auf die Zunge aufschieben, wenn die letztere unten ein wenig nach hinten gerückt wird; man thut dies so weit, bis der hier vorhandene Führungsstift Anschlag findet. In dieser Stellung bildet das breite, schwarze Ende des Bügels genau die Verlängerung des mittleren Striches auf dem Holzgestelle, wenn die Waage arretirt ist oder einspielt. Die kleinste Schwingung der Waage wird hierdurch weithin sichtbar.

Als Gegengewicht für die obige Zungenverlängerung, bezw. zu der nun nöthigen Hebung des Schwerpunktes dient ein runder messingener Knopf, welcher auf dem Scheitel des Balkens gegen einen Ansatz aufgeschraubt wird.

Um die lange nachwirkenden Vibrationen der sehr verlängerten Zunge bei schnellem Arretiren der Waage aufzuheben, ist eine Vorrichtung vorgesehen, welche aus einer der Länge nach aufgeschnittenen Zwinge besteht, die kurbelartig an ihrem geschlossenen Ende einen Haarpinsel nach aussen vorspringen lässt. Die Kurbel ist so tief wie nur möglich auf die Welle des Excenters an der hinteren Seite und zwar derart aufgesteckt, dass wenn die Waage arretirt ist, der Pinsel hart an den die Zunge verlängernden Bügel zu liegen kommt, ohne jedoch die regelmässige Figur der Theilung irgendwie zu verdecken oder zu beeinträchtigen.

Unter den mannigfachen Versuchen, zu deren Vorführung die Waage in dieser Zusammenstellung geeignet ist, möchte ich die folgenden hier hervorheben: Theilbarkeit des Hebels, Wirkung der Verlegung des Schwerpunktes im verticalem Sinne, Indifferenz der Waage, proportionale Zu- und Abnahme der Empfindlichkeit durch Verlängerung oder Verkürzung des Hebels, Vor- und Nachtheile der kurzarmigen Waage im Gegensatze zur langarmigen, Prüfung und Adjustirung der Waage, Wägen mit ungleicharmiger Waage, Bestimmung des Hebelfehlers, Folgen des Hebens und Senkens der seitlichen Aufhängepunkte, Bestimmung des spec. Gewichtes fester und flüssiger Körper und zwar unter Anwendung eines neuen Steigapparates für das Wassergefäss etc. Von diesen Versuchen erlaube ich mir nachstehend einige nur zu berühren, auf andere hingegen näher einzugehen.

Theilbarkeit des Hebels. Hierzu dienen die verschiedenen Schalen der Waage, indem gezeigt wird, dass auf die innere Schale ein doppelt so grosses Gewicht aufgelegt werden muss als auf die äussere, um ein und derselben Last das Gleichgewicht zu halten.

Der Schwerpunkt ist bei einer empfindlichen Waage möglichst nahe unter den Drehungspunkt zu verlegen. Mittels des auf der cylindrischen Zunge federnd verschiebbaren Regulirgewichts lässt sich der Schwerpunkt der Waage leicht heben und senken. Wird das Gewicht so eingestellt, dass seine obere Kante mit der am oberen Theile der Zunge befindlichen Marke zuzusammenfällt, so ist der Schwerpunkt genau in den Drehpunkt der Waage verlegt. In dieser Stellung ist die Waage indifferent und soll unter jedem ihr gegebenen Neigungswinkel, in unbewegter Luft, Ruhelage finden. Es ist jedoch ziemlich schwierig, dies an einer guten Waage experimentell zu zeigen, da eine absolute Gleichgewichtslage der Waage wegen deren in diesem Zustande ganz enormen — eigentlich unendlich grossen — Empfindlichkeit nur mit der grössten Vorsicht herzustellen ist. Am bequemsten gelingt dies noch mit dem Waagebalken allein, ohne angehängte

Schalen, wenn die Luft vollständig ruhig ist und der Balken in allen seinen Theilen genau gleiche Temperatur hat. Schiebt man nun das Regulirgewicht noch etwas über die Marke hinaus, so wird dadurch der Schwerpunkt der Waage über ihrem Drehpunkt verlegt. Es tritt labiles Gleichgewicht ein, wobei, wie bekannt, die Waage nach der einen oder anderen Seite geneigt, bleibendes Uebergewicht zeigt. Schiebt man das Gewicht auf der Zunge soweit herunter, dass es etwa 1 cm unter der vorerwähnten Marke steht, so tritt der Schwerpunkt nahe unter den Aufhängepunkt und es wird die für diese Waage zweckmässigste Empfindlichkeit erreicht, welche ein einseitiges Uebergewicht von 20 mg dem Auditorium noch sicher erkennbar macht. Würde man den Schwerpunkt dem Drehungspunkt noch näher rücken, so würde die Waage zwar natürlich noch empfindlicher werden, aber man kommt dem Stadium der Indifferenz zu nahe und die Ausschläge nehmen an Unbeständigkeit zu. Je tiefer man andererseits durch Herabschieben des Gewichtes den Schwerpunkt verlegt, um so schneller nimmt die Empfindlichkeit der Waage ab, so dass, wenn man das Gewicht bis zum untersten Punkt herabgeschoben hat, die Waage bei 1 kg beiderseitiger Belastung schon eines einseitigen Zulagegewichtes von 2 g bedarf, um ein Grad Ausschlag an der grossen Theilung zu zeigen.

In demselben Maasse wird durch die Verlegung des Schwerpunktes die Schwingungsdauer der Waage verändert, indem dieselbe unter sonst gleichen Verhältnissen und, wenn die drei Schneiden genau in einer Ebene liegen, vom Stadium der Indifferenz, wo sie unendlich ist, mit der Abnahme der Empfindlichkeit beständig kleiner wird.

Die drei Aufhängepunkte (Drehpunkte) sollen genau in einer Geraden liegen. Um zu zeigen, in welcher Weise der Zustand der Waage verändert wird, wenn die drei Schneiden nicht mehr in einer Geraden liegen, hängt man zwei gleiche Schalen in das verstellbare äusserste Axenpaar und tarirt sie, wenn nöthig, durch die Vorrichtung am Scheitel des Balkens. Durch Lüftung der beiden seitlichen Lappenschrauben, welche die Axen an den Balken anklemmen, und Niederschrauben zweier zu diesem Zweck, wie oben erwähnt, vorgesehenen vertical wirkenden Kopfschrauben können diese Axen um 5 mm gesenkt werden, worauf man sie wieder festklemmt. Der Schwerpunkt des ganzen Systems, der durch diese Operation ein wenig nach unten gerückt worden, muss durch ein geringes Hinaufrücken des Schiebegewichtes auf der Zunge wieder in seine alte Lage gebracht werden. In diesem Zustande der Waage lässt schon eine beiderseitige Zulage von nur 50 mg eine deutliche Abnahme der Empfindlichkeit erkennen. Wird die Belastung beträchlich vergrössert, z. B. bis auf 1 kg auf jeder Seite, so wird eine Zulage von nicht weniger als 1 g erforderlich, um einen deutlichen Ausschlag hervorzubringen; die Waage ist also bis zur Unbrauchbarkeit unempfindlich geworden. Hebt man andererseits unter Innehaltung des gleichen Verfahrens die Schneiden um 5 mm über die Mittelschneide empor, so zeigt die Waage bei kleinen Belastungen grosse Empfindlichkeit, erreicht jedoch mit wachsender Belastung bald den Zustand der Indifferenz bezw. des labilen Gleichgewichtes. Hierdurch wird das Wandern des Gesammtschwerpunktes in Folge des Nichtzusammenfallens des gemeinsamen Schwerpunktes der Belastung mit dem Drehpunkte deutlich illustrirt. Da bei einem nicht ganz biegungsfreien Balken mit Zunahme der Belastung in Folge Senkung der Endschneiden ganz ähnliche Erscheinungen auftreten, so lässt sich aus einer grösseren

Anzahl von Wägungen unter Variation der Belastung sowohl die Durchbiegung des Balkens als auch eine etwaige Abweichung der Verbindungslinie der drei Schneiden von der Geraden genau bestimmen.

Prüfung und Justirung der Waage. Es ist die Einrichtung getroffen, dass die äussersten mobilen Axen auch um 1 mm von der Mittelaxe entfernt bezw. ihr genähert werden können, ohne dass ihre Lage in einer geraden Linie mit der Mittelaxe aufgehoben wird. Es ist nun leicht zu zeigen, wie durch allmähliche Verrückung einer der Endschneiden, unter fortwährender Controle durch zwei gleichschwere belastete Gehänge bezw. Vertauschen derselben, wenn sie nicht ganz gleich schwer sind, die völlige Gleicharmigkeit der Waage hergestellt werden kann. Ebenso leicht ist es, nach dem im vorigen Absatz Gesagten zu zeigen, wie man aus Schwankungen der Empfindlichkeit erkennt, ob die drei Schneiden in einer Geraden liegen, und wie man zu verfahren hat, um diesen Zustand herzustellen.

Wägen mit ungleicharmiger Waage. Die beiden bekanntesten Methoden, auf ungleicharmigen Waagen zu wägen — beide auf doppelter Wägung beruhend —, die Gauss'sche, bei welcher die beiden Gewichte miteinander vertauscht werden, und die Borda'sche, bei welcher erst das eine, dann das andere Gewicht auf dieselbe Schale gebracht wird bei unveränderter Tara auf der anderen Schale, lassen sich ohne Weiteres unter Benutzung einer der von je einer äusseren und einer inneren Schale gebildeten ungleicharmigen Waagen vorführen. Ebenso geeignet ist die Waage zur Demonstration der dritten Methode, welche zwar weniger Zeit erfordert, aber nicht ganz so genau ist, wie die vorigen, weil das Hebelverhältniss namentlich einer ganz feinen Waage kein genügend constantes ist: nämlich die directe Wägung unter nachträglicher Elimination des Hebelverhältnisses durch Rechnung, zu welchem Zweck vorher sowohl das Eigengewicht der Schalen, als das Längenverhältniss der beiden Hebelarme ein für alle Male und so genau als möglich bestimmt werden muss.

Bestimmung des specifischen Gewichtes fester und flüssiger Körper. Zur versuchsweisen Vorführung der Bestimmung des specifischen Gewichtes fester Körper durch Wägung im Wasser habe ich einen eigenthümlichen, sehr einfachen Apparat construirt, mittels dessen man das Wassergefäss schnell heben und senken und so den Wasserspiegel auf eine bestimmte Marke einstellen kann. Dieser auf der Figur gleichfalls dargestellte Apparat besteht im Wesentlichen aus zwei dreieckigen Holzplatten, von denen die untere, welche als Fuss dient, im Centrum durchbrochen ist und in den drei Ecken eiserne Stangen zur verticalen Parallelführung für die obere Platte trägt. Während nun eine gewöhnliche, conisch gewundene Stahlfeder beide Platten parallel auseinandertreibt, wird die obere Platte durch eine in ihrem Centrum befestigte starke Darmseite festgehalten, welche unten in einem starken Holzgewinde festgeklemmt ist. Dieses Holzgewinde ist unterhalb der Bodenplatte in zwei Muttern horizontal gelagert und besitzt an dem vorderen Ende eine Handhabe. Dreht man an dem Gewinde, so wickelt sich die Darmseite, immer im Centrum der Spiralfeder bleibend, in den Gängen des Gewindes auf und zieht die obere Platte, die Feder zusammendrückend, abwärts. Ist die richtige Stellung erreicht, so kann durch eine Flügelmutter die Feststellung der Schraube bewerkstelligt werden.

Für den Versuch selbst wendet man am besten die zwei kurzen Waagschalen an der langarmigen Waage an. Man entfernt auf der rechten Seite die Einsatz-

[illegible] Haken des Bügels dieser Waagschaale einen dünnen [illegible] unterem Ende mittels eines Bügels der Conus eines ab- [illegible] gerippten Trichters in zwei an der weitern Oeffnung [illegible] Löchern befestigt ist. Oberhalb dieses Bügels be- [illegible] ein sehr feiner Messingdraht, dessen Spitze [illegible] steht. Der Glastrichter dient so als Waagschale zur [illegible] festen Körpers, welcher hier jede beliebige Form be- [illegible] durch Auflegen des beigegebenen grösseren Tarirge- [illegible] Waagschale tarirt.

[illegible] das absolute Gewicht des zu untersuchenden Körpers in [illegible] nachdem man, um hierzu Raum zu gewinnen, das Wasser- [illegible] Stellung gebracht hat. Alsdann lässt man das Gefäss so [illegible] die früher erwähnte, nach oben gerichtete feine Drahtspitze [illegible] einstellt. Natürlich ist die Beobachtung unterhalb [illegible] Das früher aufgelegte Tarirgewicht vertauscht [illegible] kleineren, zum Aufhängen eingerichteten Gewichte, welches [illegible] zur Marke im Wasser befindlichen Trichters genau über- [illegible] das Gleichgewicht durch Wegnehmen von Gewichten wieder [illegible] Wägungen ist dann das specifische Gewicht in bekannter [illegible]

[illegible] Vorrichtung ist es nicht gut möglich, dass sich auch [illegible] festsetzt, wovon man sich durch den Augenschein [illegible] der zu bestimmende Körper von sehr unebener Ober- [illegible] ihn nach der Luftwägung mit einer Spritzflasche gut [illegible] porös, so ist es vortheilhaft, ihn eine gewisse Zeit in [illegible] hierauf wieder zur Normaltemperatur abzukühlen und [illegible] vorzunehmen.

[illegible] Körper leichter als Wasser, so hat man nach der [illegible] in dem Bügel umzudrehen, d. h. mit der weiten [illegible] und den Körper darunter zu bringen.

[illegible] für die Bestimmung des specifischen Gewichtes von [illegible] so dient der Glastrichter als Senkkörper, wozu er [illegible] erwähnten Anhängegewicht im Wasser in Gleichgewicht [illegible] der Säuren müsste der angewendete Draht und Bügel [illegible] sein.

[illegible] sich alle auf einer Waage überhaupt auszuführenden [illegible] einem grösseren Zuhörerkreise vorführen, u. a. auch [illegible] der atmosphärischen Luft und der Gase bezüglichen, [illegible] und andere chemische Vorgänge hervorgerufenen [illegible] u. s. w., und zwar in gleicher Weise, wie mit meiner [illegible] chemische Vorlesungszwecke, über welche ich [illegible] physikalischen Gesellschaft zu Wien einen auch [illegible] gehalten habe, auf den ich mir dieserhalb zu ver- [illegible]

[illegible] Exemplar dieses Vortrages gern zur Verfügung.

Geradsichtige Prismen.

Von
Prof. Dr. **A. Ricco** in Palermo.

Im 11. Hefte des ersten Jahrganges dieser Zeitschrift finde ich die Beschreibung eines von Dr. Fuchs construirten geradsichtigen Prismas, welches eine gewisse Aehnlichkeit mit einem von mir vorgeschlagenen und in „Memorie degli Spettroscopisti Vol. IV. 1876 S. 117“ beschriebenen geradsichtigen Prisma hat. Die Construction desselben geht aus Fig. 1 hervor. Das rechtwinklige total reflectirende Prisma *R* von Crownglas versieht dieselben Dienste, wie der von Dr. Fuchs vorgeschlagene Metallspiegel; ersteres dürfte sich aber aus dem Grunde mehr empfehlen, weil der Lichtverlust viel kleiner ist. Ich habe das Prisma in meinem Spectroskope[1]) drehbar angebracht, sodass man eine beliebige Linie oder Streifen mit einer im Brennpunkte des Oculars befindlichen Spitze coincidiren lassen kann. Die Axe des Reflexionsprisma trägt einen Zeiger *I*, welcher über einer Theilung angebracht ist und somit erlaubt, die Lage des Reflexionsprisma zu bestimmen; hierdurch ist die

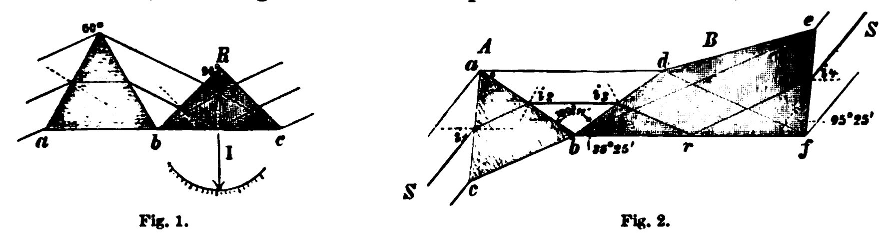


Fig. 1. Fig. 2.

Einstellung einer bestimmten Linie gesichert. Sind die Brechungsindices für Flintglas 1,63, für Crownglas 1,53, so soll $bc = 1{,}14\, ab$ sein.

Bei dieser Gelegenheit erlaube ich mir eine andere von mir angegebene geradsichtige Prismencombination zu erwähnen, welche mit den zwei Prismen *A* und *B* (Fig. 2) eine so starke Dispersion erzeugt, wie zwei gleichseitige Prismen. Nach drei Brechungen i_1, i_2, i_3 (wie an einem gewöhnlichen Prismenpaar im Minimum der Ablenkung) wird das Strahlenbündel *S* in *r* total reflectirt und in i_4 noch einmal gebrochen. Es ist $i_1 = i_2 = i_3 = i_4$. — Um dies zu erreichen, muss sein[2]):

$$\triangle dbf = 90° - i,\ \triangle efb = 150° - i,\ \triangle abd = 2i,\ bd = ac,\ ef = ac,\ bf = ac\,\frac{\cos 30°}{\sin(i - 30°)}.$$

Wenn der Brechungsindex für Flintglas 1,63 ist, so wird $\triangle dbf = 85°25'$, $\triangle efb = 95°25'$, $\triangle abd = 109°11'$, $bf = 2{,}08\, ab$.

Kleinere Mittheilungen.

Ueber die Abtrennung von Quecksilberfäden bei Thermometern.

Das Abtrennen von Quecksilberfäden an fertigen Thermometern behufs deren Calibrirung lässt sich an Instrumenten mit engen Röhren, wie sie zumal in Deutschland für Normalthermometer benutzt werden, meistens ohne Schwierigkeit ausführen (vgl. u. A. Carl's Repertorium XV, S. 295.). Dagegen treten bei Thermometern geringerer Art mit kurzen, weiten Röhren, welche am Ende der Capillarröhre keine Erweiterung haben, häufig Schwierigkeiten ein, indem die bekannten Methoden, abgesehen von der localen Erhitzung der Röhre, zu keiner Trennung der Quecksilbermasse führen. In allen Fällen gelingt dagegen die Abtrennung

[1]) Memorie degli Spettroscopisti, Vol. VIII. 1879 S. 87. [2]) Ibid. S. 21.

eines Fadens bei Zuhülfenahme der Centrifugalkraft, da durch dieselbe die Quecksilbermasse nach zwei entgegengesetzten Richtungen getrieben werden kann und daher schliesslich nothwendig zerreissen muss. Die einfachste Art der Ausführung besteht darin, dass man das Thermometer in horizontaler Lage bei aufwärts gerichtetem Unterarm lose fasst und schnelle Drehungen des Unterarms im Elbogengelenk ausführt. Die Ausführung dieses Verfahrens glückte ohne Weiteres bei drei verschiedenen Thermometern, darunter einem ordinären Zimmerthermometer mit Holzscale, bei welchem keine andere Methode zum Ziele führte.

Für Instrumente, bei denen die erwähnte Art der Ausführung zu gefährlich erscheinen möchte, dürfte es sich empfehlen, das Instrument auf einer Rotationsmaschine gut zu befestigen und dasselbe nun vorsichtig mit allmälig zunehmender Geschwindigkeit rotiren zu lassen, bis die Trennung stattfindet. Der Drehpunkt muss natürlich in die Quecksilbersäule selbst fallen und wird zweckmässig dem Gefässe möglichst nahe liegen, um dieses möglichst wenig auf inneren Druck zu beanspruchen. Zur Vermehrung der Wirkung und behufs Erlangung längerer Fäden kann man vor Ausführung der genannten Operation die Capillarröhre voll Quecksilber laufen lassen. — Ist die Trennung einmal bewirkt, so bietet die Wiederholung der Trennung unter beliebiger Verkürzung oder Verlängerung der Fäden nach der a. a. O. angegebenen Methode gerade bei weiteren Röhren keine Schwierigkeit mehr. —

Die Anwendung der Centrifugalkraft zur Wiedervereinigung von abgetrennten Fäden ist seit lange bekannt; in diesem Falle ist aber nur die beliebig zu steigernde Grösse der Kraft von Wichtigkeit.

Dr. M. Thiesen.

Neu erschienene Bücher.

Wilhelm Herschel. Sein Leben und seine Werke von Edward S. Holden. Uebersetzt von A. V. Mit einem Vorwort von Prof. Dr. W. Valentiner, Vorstand der grossh. Sternwarte zu Carlsruhe. Berlin 1882. Wilhelm Hertz. 8° 238 S.

Das Buch behandelt in drei Capiteln, die Jugendjahre Herschels (1738—1772), sein Leben in Bath (1772—1782) und sein Leben in Datchet, Clay Hall und Slough (1782—1822) und giebt dann in einem Capitel, welches reichlich zwei Drittel des ganzen Buches umfasst, eine Uebersicht der wissenschaftlichen Arbeiten von Wilhelm Herschel. Als werthvolle Beigabe sind dem Buche ein Verzeichniss der astronomischen Schriften Wilhelm Herschel's und ein Verzeichniss der Schriften, welche sich auf sein Leben und seine Werke beziehen, zugefügt.

Die Biographie beabsichtigt nicht neue Aufschlüsse zu geben, um in allen Einzelnheiten erschöpfend zu sein; das dazu nöthige Material, welches auf dem Herschel'schen Familiensitz in England aufbewahrt wird, ist hier nicht benutzt. Sie will nur die schon herausgegebenen Schriften Herschels, nämlich die Memoiren seiner Schwester, seine eigenen wissenschaftlichen Abhandlungen und die Mittheilungen und Tagebücher seiner Zeitgenossen, zu einem Gesammtbilde seines Lebens vereinigen.

Wir sehen den berühmten Astronomen bis zu seinem Alter von 19 Jahren als Hoboist in der Hannoverischen Garde, als welcher er den Feldzug von 1757 zum Theil mitmachte, wir sehen ihn dann, genau genommen, desertiren, und seinen Wohnsitz in England aufschlagen. Hier tritt er zunächst wieder als Hoboist in das Durhamer Militärcorps, dann erhält er die Stelle eines Organisten in Halifax und kurz darauf, 1772, die in Bath. Er nimmt nun seine Schwester Caroline zu sich — der Vater war 1767 gestorben —, der Bruder Alexander vereinigt sich auch bald mit den Geschwistern, und nun begann die Zeit angestrengtester astronomischer Arbeit, von der Wilhelm seitdem nie wieder abliess. Spiegel, Teleskope wurden verfertigt, die Spiegel alle aus freier Hand. Bald wurde auch die erste Durchmusterung des Himmels begonnen. Dazwischen musste Musik gemacht werden, Oratorien wurden eingeübt und ausgeführt, die dazu nöthigen Stimmen geschrieben und Musikstunden gegeben. Die Thätigkeit, die die Geschwister, namentlich Wilhelm und Caroline entfalteten, ist geradezu beispiellos; fallen doch auch noch einige musikalische Compositionen in diese Zeit. Aber sie sollte auch nicht unbelohnt bleiben. Die Entdeckung des Uranus gelang und trug Wilhelm

den grössten Ruhm und die Stelle eines Königlichen Astronomen ein, als welcher er 1782 nach Datchet übersiedelte.

Zwar war sein Gehalt gering, das Gebäude, das ihn aufnahm, in ruinenhaftem Zustand, auch war die Verpflichtung, dem Könige und dem Hofe astronomische Objecte zu zeigen, vielfach unbequem, dennoch freute sich Herschel der neuen Freiheit und machte sie nur um so eifriger für die Astronomie nutzbar, immer mit der grössten Aufopferung von der treuen Schwester unterstützt. Freundlicher gestaltete sich sein Loos, als er 1783 sich mit der Tochter des Kaufmannes Baldwin, verwittweten Pitt verheirathete, die ihm 1792 einen Sohn John, der später das Werk seines Vaters nicht minder ruhmvoll weiter führen sollte, schenkte. Auch trug ihm der Verkauf von Fernrohren, die er verfertigte, namhafte Summen ein und so konnte er 1785 nach Clay Hall und 1786 nach Slough übersiedeln, welchen Wohnort er bis zu seinem 1822 erfolgten Tode innebehielt. Bis zu seinem letzten Athemzuge blieb er seinen Arbeiten treu, seine ängstliche Sorge für seine Papiere und seine Arbeitsräume endete erst mit seinem Leben. Den Schluss des Abschnittes über dasselbe bildet seine Grabschrift, die jedoch von dem Uebersetzer, oder, irren wir nicht, der Uebersetzerin, in berichtigter Form wiedergegeben ist.

Das vierte Capitel behandelt in 13 Unterabtheilungen die Arbeiten Herschels. Es sind dies die folgenden: 1) Verbesserung der Teleskope und optischen Werkzeuge. 2) Untersuchungen über die relative Helligkeit der Sterne; veränderliche Sterne. 3) Untersuchungen über Doppelsterne. 4) Untersuchungen über Planeten und Satelliten. 5) Untersuchungen über die Natur der Sonne. 6) Untersuchungen über die Bewegung der Sonne und des Sonnensystems im Weltraume. 7) Untersuchungen über den Bau des Himmels. 8) Untersuchungen zur Erlangung eines für himmlische Entfernungen geeigneten Maasses. 9) Untersuchungen über Licht und Wärme u. s. w. 10) Untersuchungen über die Dimensionen der Sterne. 11) Untersuchungen über die Spectra der Fixsterne. 12) Untersuchungen über die Veränderlichkeit der Ausstrahlung von Licht und Wärme von der Sonne. 13) Untersuchungen über Nebelflecke und Sternhaufen.

Auf die Einzelheiten dieser Arbeiten, von denen die meisten Epoche machend waren, können wir selbstverständlich hier nicht eingehen. Wenn auch manche von Herschels Ansichten verlassen sind, so ist doch bis jetzt namentlich an derjenigen, die er sich über den allgemeinen Bau des Himmels gebildet hatte, nur wenig zu ändern. Sie ist die Grundlage, auf der wir weiter zu bauen haben; als wissenschaftliche Auffassung ist sie vielleicht die grossartigste, zu der sich jemals der menschliche Geist erhoben hat. Als ein Studium der Höhe, welche die Arbeiten eines Mannes erreichen können, ist sie fast ohne Gleichen. Bietet doch Herschel fast das einzige Beispiel eines scharfen Beobachters, der die Menge einzelner Thatsachen, welche er selbst mit Mühe und Noth gesammelt hat, in ein festes und philosophisches Ganze ordnete. So war denn auch keines seiner Resultate in seinem langen Leben dem Zufall zu verdanken. „Er war mit den Talenten geboren, die ihn für seine riesenhaften Arbeiten befähigten, und er hatte die sichere Grundlage der Energie und des Princips, welche ihn beständig an seine Arbeit fesselten. Als praktischer Astronom bleibt er ohne Gleichen. In tiefer Philosophie überragen ihn wenige."

Das ganze Werk Holdens ist reich an wörtlichen Anführungen. Wenn diese im zweiten Theile, wo sie in viel geringerer Zahl auftreten, die Darstellung heben, so ist dieses vom ersten Theil, der fast nur aus ihnen besteht, keineswegs zu sagen. Die Darstellung verliert hier vielmehr in Folge derselben an Fluss und Durchsichtigkeit und verwirrt den Leser, der manchmal Mühe hat, festzuhalten, wer zu ihm redet. Uns hätte eine ähnlich über dem Stoff stehende Darstellungsweise der ersten drei Capitel, wie sie uns im vierten erfreut, mehr zugesagt, und wir hätten auf die vielen wörtlichen Anführungen aus der Feder von Caroline Herschel um so mehr verzichten zu können geglaubt, als dieselben vor Kurzem besonders veröffentlicht sind. Der Abdruck der wichtigsten anderen wäre vielleicht in einem besonderen Anhang mehr zu empfehlen gewesen. Indessen sieht man über diese Mängel gern hinweg, wenn man die tiefe Verehrung des Biographen für den grossen Astronomen dagegenhält. Die Klage, dass



seine physikalischen Arbeiten unberücksichtigt geblieben seien, müssen wir übrigens, soweit sie die deutschen Schriftsteller betrifft, als *Uebertreibung* bezeichnen. Die Mehrzahl der einschlägigen Werke erwähnt dieselben unter Nennung seines Namens und wenn dies in Poggendorffs Geschichte der Physik nicht geschieht, so hat das seinen Grund darin, dass dieselbe mit dem vorigen Jahrhundert abschliesst, während die Herschel'schen physikalischen Arbeiten erst mit unserm Jahrhundert beginnen.

Die Uebersetzung ist als wohl gelungen zu bezeichnen, die an ganz wenigen Stellen vorhandenen Unklarheiten dürften dem Originale zur Last fallen. Die Ausstattung ist angemessen, das beigegebene Portrait Herschels vortrefflich. *G.*

Vereinsnachrichten.

Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik. Sitzung vom 15. December 1881. Vorsitzender: Herr Dörffel.

Herr Professor Dr. Foerster hält den angekündigten Vortrag über die internationale Behandlung wissenschaftlicher Aufgaben und den internationalen Congress der Elektriker im Besonderen.

Er erörterte zunächst die Bedeutung gemeinsamer Behandlung gewisser wissenschaftlicher Aufgaben und Festsetzungen, untersuchte die Grenzen, welche im Interesse Aller sowohl einer solchen gemeinsamen Behandlung, als dem individuellen Belieben gesetzt werden müssten und suchte insbesondere einige Bedenken, welche gegen die jetzige Aera internationaler Organisationen missverständlicher Weise geltend gemacht werden, zu entkräften.

Hierauf gab er einen Ueberblick über die geschichtliche Entwickelung der internationalen Vereinigungen auf wissenschaftlichem Gebiete seit dem vorigen Jahrhundert und schloss mit einer Zusammenfassung der Ergebnisse des internationalen Elektriker-Congresses, welche hauptsächlich in der Anbahnung künftiger gemeinsamer Behandlung mehrerer eminent gemeinsamer Angelegenheiten der elektrischen Forschung und Technik bestehen.

Sitzung vom 3. Januar 1882. Vorsitzender: Herr Dörffel.

Es gelangt zunächst der Jahresbericht für 1881 zur Verlesung. (Vgl. das vorige Heft dieser Zeitschrift.) Der übrige Theil des Abends ist geschäftlichen Verhandlungen, Kassenbericht und Decharge-Ertheilung und Neuwahl des Vorstandes gewidmet.

Sitzung vom 21. Januar 1882. Vorsitzender: Herr Fuess.

Herr Färber zeigt und erklärt einen Petroleum-Löthapparat, welchen Herr Dörffel zur Verfügung gestellt und Herr Elster angefertigt hat. Der Apparat wird mit reinem Petroleum gefüllt und dann erhitzt, bis sich Dämpfe bilden, welche eine zur Vornehmung von Hartlöthungen genügende Flamme erzeugen. — Herr Gebhardt führt dann den im ersten Jahrgange dieser Zeitschrift, S. 403, beschriebenen Universal-Gasbrenner der Gesellschaft vor. Der Preis des Apparates beträgt M. 8.50. — Herr Dörffel hat Patent-Reissbrettnägel zur Ansicht ausgelegt, welche aus einem Stück gestanzt sind und somit das Herausdrücken des Stiftes unmöglich machen. Dieselben sind aus Silberstahl angefertigt und werden zu dem Preise von 1 Mark pro 100 Stück von der Firma Motz & Krüger, Manteuffelstr. 116, fabricirt.

Die Versammlung geht dann zur Besprechung von Maassregeln zum Schutze der Mitglieder gegen geschäftliche Verluste über.

Sitzung vom 7. Februar 1882. Vorsitzender: Herr Dörffel.

Die Sitzung ist der Besprechung des von der Commission für das Lehrlingswesen ausgearbeiteten Entwurfes gewidmet. Die einzelnen Punkte des Entwurfes, welcher durch metallographirte Abzüge unter den Mitgliedern verbreitet ist, werden lebhaft debattirt, jedoch werden keine Beschlüsse gefasst, sondern die Debatte auf die erste Sitzung im März vertagt, da inzwischen der Entwurf eines Normal-Gewerbestatuts, welcher Berücksichtigung finden muss, erschienen ist. Der Schriftführer: *L. Blankenburg.*



Journal- und Patentlitteratur.

Ueber Versilberung des Glases zu optischen Zwecken.

Von Prof. Dr. A. Safarik in Prag. Centr.-Zeit. f. Opt. u. Mech. 1882, No. 1—3.

Prof. Safařik, dem eine reiche Erfahrung in der Kunst, das Glas zu optischen Zwecken zu versilbern, zur Seite steht, giebt sehr erschöpfende Mittheilungen über das Verfahren, indem er zugleich die Geschichte dieser noch ziemlich jungen Kunst bespricht.

Die Grundlage des ganzen Verfahrens ist die Thatsache, dass, wenn man aus einer passenden Silberauflösung durch reducirende (Sauerstoff entziehende) Zusätze das Silber in metallischer Form ausscheidet, zwar der grösste Theil desselben als lockerer grauflockiger oder pulveriger Niederschlag zu Boden fällt, ein Theil jedoch immer die Wände des Gefässes oder eingetauchter Gegenstände, wenn dieselben glatt und sauber sind, als unmessbar dünne spiegelnde, nach dem Abspülen und Trocknen ungemein fest anhaftende Schicht überzieht.

Zunächst bedarf der zu versilbernde Spiegel einer sorgfältigen Reinigung. Hierzu dient entweder rauchende Salpetersäure (bei schon versilberten Spiegeln) oder geschlemmter Tripel mit Aetzammoniak zu dünnem Brei angerührt. Kleine Spiegel, leicht angreifbare Glasarten, wie extraschweres Flintglas, werden mit Alkohol und etwas Polirroth, dann mit blossem Alkohol, zuletzt mit Wasser gereinigt. Nachdem jeder Punkt der Fläche sorgfältig gereinigt ist, wird der Spiegel mit weichem Wasser, dann mit einem Strahl destillirten Wassers begossen, sorgfältig mit Leinwand getrocknet und dann, ehe er in das Silberbad kommt, in ein Bad destillirten Wassers getaucht.

Nunmehr wird das Silberbad bereitet. Nach dem Verfahren von C. Lea, welches Verf. seit 11 Jahren anwendet, werden im Momente, wo man versilbern will, gleiche Volumina einer dreiprocentigen Seignettesalzlösung und einer ammoniakalischen Silberlösung, die drei Procent salpetersaures Silber enthält, gemischt. Der Spiegel muss während des Versilberns mit der Fläche nach unten frei und ohne Berührung der Gefässwände in die Flüssigkeit tauchen. Damit dies geschehen kann, wird an die hintere Fläche des Spiegels durch geschmolzenes Pech eine Holzlatte befestigt und diese so auf die Wände des Versilberungsgefässes gelegt, dass die untere Fläche des Spiegels etwa 15 cm vom Boden des Gefässes und mindestens 1 cm von den Wänden absteht. Das Eintauchen des Spiegels geschieht schief und mit einer Kante voran, damit die Luft entweichen kann; etwa vorhandene Luftblasen würden Löcher oder doch dünne Stellen in der Silberschicht hervorbringen. Die Vollendung des Processes erkennt man daran, dass sich die Flüssigkeit zwischen Spiegel und Schale mit einer glänzenden weissen Silberschicht bedeckt: dies dauert im Sommer 10—15 Minuten, im Winter 20—30 Minuten.

Den herausgehobenen Spiegel spült man zuerst mit destillirtem Wasser in dünnem Strahle ab, giesst hernach etliche Liter reines Quellwasser in stärkerem Strahle über, spült zuletzt nochmals reichlich mit destillirtem Wasser ab und lässt dann den Spiegel abtrocknen. Das Poliren geschieht mit reiner weisser Baumwolle, um welche feines weiches Waschleder zu einem Ballen gebunden ist. Der Ballen darf nie in geraden Zügen über das Silber weggezogen werden, sondern muss eine Reihe ganz kurzer Epicycloiden beschreiben, welche spiralförmig von der Peripherie des Spiegels zum Centrum und wieder zurückgehen oder in der Richtung von Sehnen hin und her gehen. Zum Schluss wird mit feinstem Polirroth polirt. *W.*

Ueber das Messen elektrischer Ströme von grosser Intensität.

L'Électricien 1. No. 4. S. 185.

Es werden zwei Apparate beschrieben, welche hauptsächlich zur Messung von starken Stromintensitäten von ca. 60 und 80 Webers dienen sollen, wie solche bei der Erzeugung des elektrischen Lichtes und der Uebertragung von Kraft in Anwendung kommen. Der erste ist von Trowbridge und Hill, welche im Wesentlichen nur in einer besonderen Construction des Weber'schen Elektro-Dynamometers besteht und hauptsächlich zu wissenschaftlichen Studien und Untersuchungen im Laboratorium dienen soll.

Der zweite Apparat ist von Ayrton und Perry, ein sehr handliches und leicht transportables Instrument, welches sich deshalb besonders zu industriellen Zwecken und praktischen Messungen eignet. Die Construction dieses Instrumentes ist im Allgemeinen die eines gewöhn-

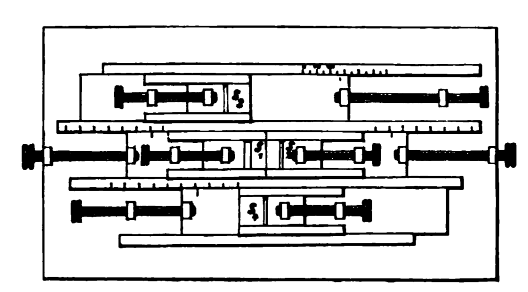


lichen Galvanometers; seine Eigenthümlichkeit besteht darin, dass der Leitungsdrath in den Umwindungen des Elektromagneten und einem kleinen Kabel besteht, welcher zehn isolirte Drähte enthält, von denen jeder denselben Widerstand besitzt. Durch diese Einrichtung wird es ermöglicht, mit demselben zehnmal so starke Ströme zu messen, als wie mit dem gewöhnlichen Galvanometer, und zwar Stromintensitäten bis zu 30 Webers. *R.*

Ueber die Mischung der Spectralfarben.

Von v. Frey und v. Kries. Archiv f. Anat. u. Phys., Phys. Abth. 1881, S. 336.

Der von den Verfassern beschriebene und für ihre Untersuchungen benutzte Apparat verfolgt dieselben Zwecke wie das Glan'sche Ophthalmo-Spectroskop und das in Bd. 1 dieser Zeitschrift S. 131 besprochene Donders'sche Spectroskop, nämlich verschiedene Mischungen aus reinen Spectralfarben und weissem Lichte mit einander vergleichen zu lassen. Der Apparat besteht aus zwei Theilen, von denen der eine, ein Schirm mit vier stellbaren und verschiebbaren Spalten (in $^1/_5$ der natürlichen Grösse beistehend abgebildet) in den Fensterladen des Dunkelzimmers eingesetzt wird. Der zweite Theil des Apparates entspricht im Wesentlichen einem gewöhnlichen Spectroskop mit grossem Prisma, welches um 1,5 m von dem Fensterladen entfernt aufgestellt wird. Zur Erleuchtung dient ein vor dem Fensterladen aufgestelltes von diffusem weissen Tageslichte erleuchtetes weisses Papierblatt, welches sein Licht durch die Spalte auf den Spectralapparat wirft. Die von den in gleicher Höhe befindlichen Spalten S_1 und S_2 ausgesendeten Strahlen fallen zunächst auf eine Collimatorlinse von 1,5 m Brennweite, werden dann durch das Prisma zerstreut, fallen auf die Objectivlinse des Fernrohrs und erzeugen zwei, je nach der Stellung der Spaltöffnungen S_1, S_2 theilweise in einander greifende Spectren. Das Ocular des Fernrohrs ist entfernt. Statt dessen befindet sich im Brennpunkt der Objectivlinse ein Ocularspalt von 4 mm Höhe und 0,8 mm Breite. Wäre nur einer der Spalte S_1 vorhanden, so würde das vor dem Ocularspalte befindliche Auge die ganze Objectivlinse mit derjenigen Spectralfarbe erleuchtet sehen, welche der Stellung des Spaltes S_1 entspricht. Bei Vorhandensein der beiden Spalten sieht das Auge die Linse mit der entsprechenden Mischfarbe erleuchtet. — Der dritte oben befindliche Spalt S_3 schickt seine Strahlen ebenfalls durch Collimatorlinse, Prisma und Objectivlinse zu dem Ocularspalte. Um zwei unmittelbar aneinander grenzende Felder zu erzeugen, befindet sich vor der Objectivlinse ein Doppelprisma, welches aus zwei übereinander liegenden, mit der scharfen horizontalen Kante an einander stossenden spitzwinkligen Prismen besteht Demnach werden alle Strahlen in zwei theilweise nach oben, theilweise nach unten abgelenkte Bündel zerlegt, und es wird möglich, ein von S_3 entworfenes Spectrum in gleiche Höhe mit den von S_1 und S_2 entworfenen fallen zu lassen. Das Auge sieht nunmehr das untere Feld erleuchtet mit der von dem Spaltenpaar S_1 und S_2 herrührenden Mischung, das obere mit der von S_3 erzeugten Spectralfarbe. — Die Beimischung von unzerlegtem, weissen Lichte zu der Spectralfarbe oder der Mischung geschieht mit Hülfe des Spaltes S_4. Das Licht dieses Spaltes wird von einem Reflexionsprisma oder einem schwarzen Spiegel, welcher vor dem gewöhnlich die Scala tragenden Rohre des Spectroskops angebracht ist, auf die Seitenfläche des Prismas geworfen, von diesem reflectirt, fällt dann durch das Doppelprisma und die Objectivlinse auf den Ocularspalt und erleuchtet bei passender Stellung des Spiegels das eine der beiden Felder gleichmässig weiss. — Um die beiden Spalte S_1 und S_2 in verschiedene Entfernungen von einander bringen zu können, ohne dass dazwischen eine Lücke entsteht, sind an den Spaltschlitten Deckstücke befestigt, welche den Zwischenraum lichtdicht schliessen und bei Verschiebung der Spalte aufeinandergleiten.



In Bezug auf die mit diesem Apparate angestellten Versuche muss auf das Original verwiesen werden.

Den Vorzug ihres Apparates vor den entsprechenden von Donders und Glan erblicken die Verfasser darin, dass das Auge grössere gleichmässig erleuchtete Felder erblickt, dass der Ap-

parat die Anwendung des Tageslichts erlaubt und dass in Folge der grossen Entfernung der Spalte vom Spectralapparat und den daraus resultirenden grossen Dimensionen der Spalteinrichtung eine vollkommen freie Beweglichkeit der Spalte und damit eine grosse Combinationsfähigkeit in den Versuchen technisch leicht zu ermöglichen ist. — Unbequem wird die Trennung der Spalte von dem Spectralapparat in so fern, als jede neue Aufstellung auch eine neue Justirung erfordert.

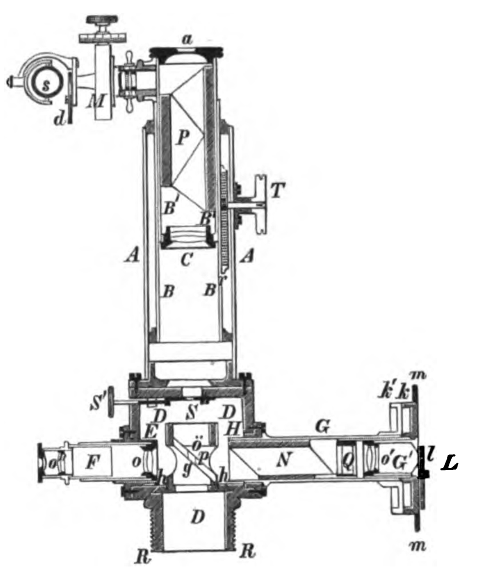
T.

Sternspectralapparat in Verbindung mit einem Colorimeter.

Von Prof. Dr. v. Konkoly zu O.-Gyalla. Centr.-Zeit. f. Opt. u. Mech. 1882. No. 1.

Um bei der spectroskopischen Durchmusterung von Fixsternen die Farbe derselben in Wellenlänge angeben zu können, combinirt Verf. einen Spectralapparat mit einem Theile des Zöllner'schen Astrophotometers, dem Colorimeter. Der Apparat wird von G. & S. Merz in München für die Brüsseler Sternwarte ausgeführt. Seine Einrichtung ist folgende:

Der messingne Würfel *DDD* (s. Fig.) ist bei *RR* an den Ocularauszug des Fernrohrs geschraubt. An der einen Seite ist von innen die mittels Schraube *S'* regulirbare Spaltvorrichtung *S* angebracht. An derselben Seite ist von aussen das Hauptrohr *AA* befestigt, in welchem sich das mittels des Triebes *T* und des Zahnrechens *r* fein einstellbare Rohr *BB* bewegen lässt. In dieses wird ein drittes Rohr *CC* geschoben, welches die Collimatorlinse *C* (15 mm Oeffnung und 65 mm Focaldistanz) und einen geradsichtigen Amici'schen Prismensatz trägt. *M* ist ein kleines Schraubenmikrometer mit hellem Strich zum Fixiren der Spectrallinien und *a* ist die Ocularblende. Dies ist der Spectralapparat.



An der anderen Seite des Würfels *DDD* ist das Colorimeter angebracht. Der Würfel hat hier zwei Oeffnungen *H* und *E*; erstere trägt eine mit Gewinde versehene Hülse, in welche die Röhre *G* eingeschraubt wird; in derselben befindet sich ein Nicol'sches Prisma. Hieran schliesst sich eine zweite Röhre *G'*, in welcher sich eine 5 mm dicke auf die Axe unter 45° geneigte geschliffene Quarzplatte *Q* und das kleine achromatische Objectiv *o'* (10 mm Oeffnung und 18 mm Focaldistanz) befindet, in dessen Brennpunkte das mit mehreren Löchern versehene drehbare Diaphragma *l* steht. Auf der Röhre *G'* sitzt der auf seiner Stirn in 100 Th. getheilte Kreis *k*, welcher mit einem veränderten Ansatz *mm* versehen ist, um ihn und mit ihm die Quarzplatte *Q* drehen zu können. *k'* sitzt auf der äusseren Röhre *G* fest und trägt die Indices für *k*. — Die untere linke Seite des Würfels trägt die federnde Hülse *E*, in welche ein kleines Fernrohr mit dem Objectiv *o* (10 mm Oeffnung und 30 mm Focaldistanz) und dem Ocular *o''* (äquivalente Brennweite von 5 mm) eingeschoben ist. — In einer schwalbenschwanzförmigen Nute *hh* ist ferner die Röhre *g* befestigt, welche rechts und links durchbrochen ist und in der Mitte eine planparallele Spiegelglasplatte *p* trägt, die gleichzeitig als Vergleichsprisma dient. Statt derselben kann auch eine in der Mitte durchbohrte Glasplatte aufgesteckt werden, so dass das Sternlicht frei durchgehen und auf den Spalt *S* fallen kann.

Ist beim Gebrauche des Apparates scharf auf einen Stern eingestellt, so erblickt man das Spectrum desselben im Spectralapparate, zugleich aber auch durch Reflexion der unbelegten Glasplatte *p* den Stern selbst im Ocular *o''* des Fernrohrs *F*. Stellt man nun hinter dem kleinen Loche des Diaphragma *l* eine Lichtquelle *L* auf, so wird vom Objectiv *o'* ein Bild entworfen, welches durch die Glasplatte *p* ebenfalls in das Fernrohr *F* gelangt, sodass man in demselben sowohl den Stern am Himmel als einen künstlichen Stern sieht. Dreht man nun die Quarzplatte, so erscheint der künstliche Stern nach der Theorie der Circular-Polarisation in verschiedenen Farben; man kann also der Quarzplatte eine solche Stellung geben, dass die Farbe des künstlichen gleich der



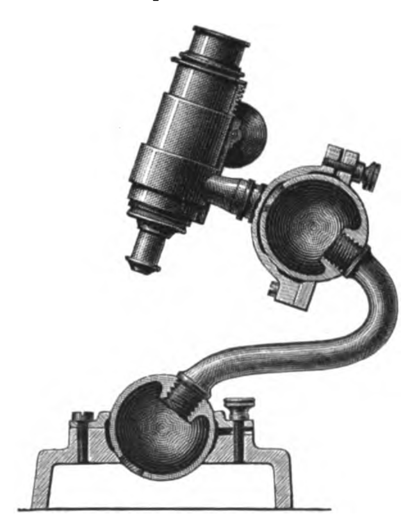
des wirklichen Sternes wird. Mittels der Theilung k wird man dann eine Tabelle entwerfen können, welche gestattet, die Farbe des Sterns sofort in Wellenlänge anzugeben. Wie diese Tabelle zu entwerfen ist, hat Verfasser in „Beobachtungen am Astro-Physikalischen Observatorium in *O.*-Gyalla Bd. III" mitgetheilt. Es ist Ref. nicht recht klar, wie es möglich ist, in dem kleinen Fernrohr den wirklichen und den künstlichen Stern gleichzeitig zu beobachten, da die vom wirklichen Stern auf die Glasplatte p fallenden Strahlen doch convergirend sind, während vom künstlichen Stern parallele Strahlen in das Fernrohr $\dot{F}$ fallen.

Verf. giebt zum Schluss einige Einrichtungen an, welche es ermöglichen, mit Hülfe seines Apparates das Spectrum des Sternes mit demjenigen einer Geissler'schen Röhre oder des elektrischen Funkens zu vergleichen. *W.*

Instrumentenstativ mit Kugelgelenken und Klemmringen.

Von Ingenieur A. Martens in Berlin. D. R. P. No. 15545.

Bei der Untersuchung von Metallen auf ihr mikroskopisches Gefüge ist es erwünscht, dem Mikroskope eine möglichst ausgiebige Beweglichkeit geben zu können, da die Objecte die Entnahme von kleinen Bruchstücken meistens nicht zulassen. Verf. hatte in einer früher von ihm angegebenen und von Carl Zeiss in Jena ausgeführten Stativ-Construction die Beweglichkeit des Mikroskopes durch eine Gliederung des Stativs zu erreichen gesucht, indem drei Scharniere angeordnet waren, deren Wangen durch je eine Schraube so fest an einander gepresst werden konnten, dass der Tubus in jeder Winkeleinstellung unveränderlich erhalten wurde. Das Stativ war sicher und fest genug, um auch feinere Einstellungen zu ermöglichen, aber das Wirkungsgebiet desselben war noch immer ein zu beschränktes. Es beherrschte eigentlich nur eine Verticallinie am Objecte, und um die daneben liegenden Theile zu untersuchen, musste man entweder das schwere Object oder das gleichfalls schwere Instrument verschieben.



In der vorliegenden Construction hat Verf. eine bei weitem grössere Beweglichkeit erreicht. Statt der Scharniere sind hohle Gelenkkugeln von grossem Durchmesser gewählt, welche zwischen zwei ringförmigen Auflagerflächen festgeklemmt werden können. Die beiden Auflagerflächen sind nicht symmetrisch zum Mittelpunkt der Kugel angeordnet. Hierdurch soll ein sicheres Festklemmen und gleichzeitig eine leichte Auslösbarkeit der Klemmung erreicht werden. Das Festklemmen geschieht durch das Anziehen der beiden Ringflächen vermittels einer Klemmschraube, welcher eine zwischen die beiden Ringe eingelegte starke Feder entgegenwirkt. Diese Feder treibt beim Lösen der Klemmschraube die Ringe auseinander und hebt so die Festklemmung auf. Es können für jedes Stativ eine oder mehrere Kugeln verwendet werden.

Die Ausführung des Stativs haben Fr. Schmidt & Haensch in Berlin übernommen. *W.*

Kleine elektrische Motoren.

The Nature. 1882. Januar 5.

Wenn erst in jeder grösseren Stadt Elektricität in beliebiger Menge käuflich sein wird, so werden kleine elektrische Motoren bald in jeder Haushaltung Verwendung finden, um die eigene körperliche Arbeit des Menschen zu ersetzen; in erster Linie an der Nähmaschine. Solche Maschinen sind bereits construirt von dem Franzosen Trouvé, der sie, mit Faureschen Accumulatoren vereinigt, sogar zum Treiben eines Nachens angewandt hat, und von dem Amerikaner Griscom, dessen Apparat ganz besonders bequem an jeder Nähmaschine anzubringen ist.

Des Letzteren elegante kleine Maschine ist nur $4^1/_2$ engl. Zoll lang, kaum über 1 Kilogramm schwer und von einfachster Construction. Auf einer waagerechten Axe ist eine einfache Siemens'-sche Armatur angebracht, innerhalb und rings umschlossen von einem festen Elektromagneten.

Dieser bringt also nicht allein eine sehr kräftige magnetische Wirkung hervor, sondern schützt auch zu gleicher Zeit die inneren rotirenden Theile vor Beschädigung. Zwei Federn mit kleinen metallischen Frictionsrollen bewirken die Contacte. Die Maschine kann bei gehöriger Intensität des elektrischen Stromes 500 Umdrehungen in einer Minute machen und dabei 22-29 Fusspfund Arbeit leisten. *Z.*

Kleinere Notizen.

Neuerungen im Beleuchtungswesen, sowie in den dabei verwendeten Apparaten. Von J. J. W. Watson in Saint Marychurch, South Devon, England. D. R. P. 15781 v. 12. Dec. 1880.

Die Erfindung bezweckt, die Leuchtkraft von Gas- und ähnlichen Flammen unter Zuhülfenahme der Elektricität zu verstärken. Entweder wird in die Flamme oder einen aus mehreren solchen gebildeten Flammenkegel ein starker elektrischer Inductionsstrom geleitet, welcher, elektrolytisch wirkend, die Bestandtheile der Flamme zersetzt, oder es wird innerhalb der Flamme ein Körper von hohem elektrischen Widerstand angebracht und durch einen elektrischen Strom in Weissgluth versetzt, der dann ebenfalls zersetzend und überdies temperatursteigernd auf die Flamme wirkt.

Neuerungen an Instrumenten zur Ortsbestimmung von Schadenfeuern. Von A. Knust in Braunschweig. D. R. P. 15894 v. 7. April 1881.

Auf einem drehbaren Stativ ist ein Visirrohr in horizontalen Zapfen gelagert; am Fusse des Stativs spielt ein dem Rohre stets parallel bleibender, jedoch in seiner Längsrichtung verschiebbarer Zeiger auf einer Orientirungskarte der Gegend. Bei jeder Neigung des Visirrohres, welches mit dem Zeiger durch einen geeigneten, in der Hauptsache aus einer Uebersetzung mittels Sectoren und Zahnstange bestehenden Mechanismus verbunden ist, wird der Zeiger in seiner Axe verschoben, bei jeder Drehung um die Verticale mitgedreht. Wird also das Feuer anvisirt, so giebt der Zeiger automatisch den Ort desselben auf der Orientirungskarte an.

Polarimeter zur Beobachtung mit weissem Licht. Von L. Laurent. Compt. Rend. **94.** S. 442.

Zwischen der Flüssigkeitsröhre und dem Analysator bringt Verf. einen Compensator nach Soleil, bestehend aus prismatischen Quarzscheiben, an; es kann dann, anstatt mittels Rotation im gelben Licht, mittels Compensation im weissen Licht beobachtet werden. Bei den Ablesungen soll eine Genauigkeit von $^1/_{20}$ Theilstrich erreicht sein; Verf. schreibt dies einerseits der Anwendung des weissen Lichts, andererseits der Wirkung des Quarzes zu.

Polarimeter zur Beobachtung im weissen Licht sind indess, wie auch Verf. erwähnt, nicht neu; sie sind zuerst von Fr. Schmidt & Haensch in Berlin construirt. (Vgl. Löwenherz, Bericht über die wissenschaftlichen Instrumente auf der Berliner Gewerbe-Ausstellung. S. 365.)

Dispersions-Photometer. Von Prof. W. E. Ayrton. Chemical News. 1882. März 3.

In der Sitzung der Londoner Physikalischen Gesellschaft vom 25. Februar d. J. führte Prof. Ayrton eine neue Form seines Dispersions-Photometers vor. Das Princip dieses Apparates beruht auf der Anwendung einer Concav-Linse zur Dispersion der intensiveren Lichtstrahlen; es soll hierdurch die Nothwendigkeit vermieden werden, bei der Vergleichung eines sehr hellen Lichtes, wie z. B. des elektrischen. die Lichtquelle zu weit vom Schirme stellen zu müssen. Das Intensitätsverhältniss der beiden zu vergleichenden Lichtquellen wird erhalten durch Schätzung der Intensität der Schattenbilder eines Maassstabes, welche durch beide Lichtquellen auf einen weissen Papierschirm geworfen werden. Als Vergleichslicht fungirt Wallrathlicht. Die Concavlinse, ebenso auch das Vergleichslicht, kann längs einer Scale verschoben werden. Bei der Vergleichung des elektrischen Lichts fand Prof. Ayrton, dass die grünen Strahlen des Lichts sehr stark durch die atmosphärische Luft absorbirt werden und dass es deshalb besser sei, dies Licht nicht zu weit vom Schirme aufzustellen.

Zur Handhabung grosser Spiegel beim Versilbern. Von Common. The Observatory. 1882. Januar-Heft.

In der Januar-Sitzung der Londoner astronomischen Gesellschaft theilte Common ein Verfahren mit, grosse und schwere Spiegel beim Eintauchen in die Flüssigkeit sicher bewegen zu können. Auf die Rückseite des Spiegels wird ein flacher Gummiring gelegt und auf diesen wieder eine runde eiserne Büchse, welche einerseits mit einer Luftpumpe, andererseits mit einem Quecksilbergefäss in Verbindung steht. Bei einem Spiegel von 37 Zoll (engl.) Durchmesser, 4 Zoll



Dicke und einem Gewichte von 400 Pfund hatte die eiserne Büchse einen Durchmesser von 30 Zoll und war 4 Zoll hoch. Es genügte hier eine Differenz von 2 Zoll zwischen dem äusseren Luftdruck und dem Druck in der Büchse, um den Spiegel zu heben; es wurde jedoch mit einer Druckdifferenz von 5 Zoll manipulirt, da es nothwendig war, den Spiegel auf die Kante zu stellen.

Ueber elektromagnetische Tragkräfte. Von Professor A. Wassmuth in Czernowitz. Anzeiger d. K. Akad. d. Wiss. in Wien. 1882. No. III.

Verf. bestimmt für zwei Ringmagnete, von denen jeder in der Mitte zerschnitten war, die elektromagnetischen Tragkräfte und ermittelt zugleich in der seit Kirchhoff bekannten Weise die zugehörigen magnetischen Momente der Volumeinheit nach absolutem Maasse. Magnet und Anker waren so mit Draht umwickelt, dass das Auftreten des freien Magnetismus möglichst verhindert war. Die Dimensionen der Eisenringe waren so gewählt, dass die Intensität der Magnetisirung in jedem Punkte eines Querschnittes die gleiche war. — Eine eigenthümliche Erscheinung zeigte sich, wenn zwischen Anker und Magnet sehr dünne Glimmerblättchen gelegt wurden. War die Magnetisirung noch nicht zu hoch, so stieg dadurch die Tragkraft bedeutend, so z. B. in einem Falle von 4,7 kg auf 9,0 kg; dieselbe Erscheinung, nur in viel geringerem Grade, fand bei den stärksten erreichbaren Magnetisirungen statt; der inducirte Strom nahm ebenfalls zu.

Spectroskopische Beobachtungen im monochromatischen Lichte. Von Ch. V. Zenger. Compt. Rend. **94.** S. 155.

Verf. schlägt das von ihm herrührende Dispersion-Parallelepiped als sehr geeignet zur Beobachtung im monochromatischem Lichte vor. Das Dispersions-Parallelepiped (vergl. diese Zeitschrift **1.** 263.) ist eine Combination zweier Prismen, Crownglas- und Flüssigkeitsprismen, welche für die rothen und violetten Strahlen verschiedene, für die Strahlen mittlerer Brechbarkeit aber gleiche Indices haben. Mit Hülfe der besonders grossen Dispersion, welche diese Prismencombination hat, soll es nach Verf. möglich sein, unter totaler Reflexion der rothen oder violetten Strahlen in einem Licht beliebiger Brechbarkeit zu beobachten. Aus der nur im Auszuge vorliegenden Abhandlung ist nicht ersichtlich, ob Verf. seine Methode praktisch erprobt hat. Das Verfahren wird für die Beobachtung des Venusdurchganges vorgeschlagen.

Mikrophonische Bestimmung der Lage von Knoten und Ausbauchungen in Säulen schwingender Luft. Von J. Serra-Carpi. Compt. Rend. **94.** S. 171.

Auf einen mit einer Membrane versehenen Ring stützt sich ein sehr leichtes Graphit-Stäbchen, welches mit seinem oberen Ende in einem in ein Stückchen Kohle gebohrten Loche oscilliren kann. Wenn man diese mikrophonische Sonde in eine schwingende Luftsäule, z. B. in eine Orgelpfeife, einführt, so kann man vermittels eines Telephons erkennen, ob die Sonde einen Knoten oder eine Ausbauchung passirt Die Gegenwart eines Knoten wird durch ein rollendes Geräusch angezeigt; in dem Maasse, als sich die Sonde einer Ausbauchung nähert, werden die Geräusche schwächer und schwächer und schliesslich fast unhörbar, wenn die Sonde eine Ausbauchung passirt. Den musikalischen Ton der Orgelpfeife hört man auf diese Weise fast nicht; derselbe wird vernommen, wenn man ein gewöhnliches Mikrophon einführt, jedoch markiren sich mit einem solchen die Knoten und Ausbauchungen nicht.

Das Graphit-Stäbchen der mikrophonischen Sonde macht verhältnissmässig grosse, aber wenige Schwingungen, wenn die Sonde eine Ausbauchung passirt, dagegen tritt nur ein kaum sichtbares Zittern beim Passiren eines Knotens ein. Verf. schlägt vor, eine Pfeife mit Glaswänden anzuwenden und diese Bewegungen des Graphit-Stäbchens auf einen Schirm zu projiciren, um so die Lagen der Knoten und Ausbauchungen einem Auditorium sichtbar zu machen.

Geschwindigkeitsmesser. Von Tenne in Oldenburg. D.R.P. 15675 v. 18. Nov. 80.

Dient zur Messung von Umlaufsgeschwindigkeiten (an Motoren, Locomotiven u. dgl.) und besteht in einer von der Maschine getriebenen Contactvorrichtung, deren Anker ein Sperrrad bei jedem Contactschlag um einen Zahn weiter treibt und so einen Schreibstift in Bewegung setzt, welcher auf einer mittels Uhrwerk getriebenen Trommel entsprechende Ordinaten verzeichnet.

Selbstthätiger Peilapparat mit Zeichenmechanismus. Von Otto Stecher in Dresden. D.R.P. 14642 v. 7. Dec. 1880.

Eine oben gerade, unten evolventenförmig geformte Schleppstange hängt an einer auf zwei gekuppelten Schaluppen gelagerten Welle. Die Evolvente gehört dem um die Welle mit dem ge-

raden Theil der Schleppstange beschriebenen Kreise zu, demnach ist die Entfernung des tiefsten, aufliegenden Punktes der Schleppstange vom Wasserspiegel gleich dem von dem Ende des geraden Theils derselben beschriebenen Bogenstück, vom Wasserspiegel aus gemessen. Die Winkelbewegungen der Schleppstange werden von einem Zeichenmechanismus registrirt, welcher mittels Zahnradsegments und Zahnrad mit der Welle in Verbindung steht.

Neuerungen an elektrischen Lampen. Von Otto Schultze in Strassburg i. E. D. R. P. 14849 v. 29. Sept. 80. — **Neuerungen an Apparaten für elektrische Beleuchtung.** Von H. S. Maxim in Brooklyn. D. R. P. 14852 v. 23. Nov. 80.

Beide Neuerungen beziehen sich auf Lampen mit Lichtbogen und zwar speciell auf die Regulirung der Entfernung der Kohlenstäbe von einander.

Mikrobarometer. Von G. E. Wolff in Hamburg. D.R.P. 15539 v. 11. März 81.

In dem kurzen Schenkel eines Barometers ist ein Schwimmer angebracht, welcher die Schwankungen des Luftdruckes auf eine Welle mit Zeiger überträgt, indem er dieselbe mittels umgeschlungenen Fadens in Drehung versetzt.

Zeigerwaage. Von August Reitze in Hannover. D.R.P. No. 15542 v. 6. April 81.

Der Apparat ist eine Neigungswaage, deren Balken auf der Gewichtsseite in gleichen Abständen mit einer Anzahl Schneiden versehen ist, von denen jede ein Gehänge mit Haken trägt. An die Haken kann ein Laufgewicht angehängt werden; die Bruchtheile des letzteren werden aus der Neigung des Balkens gefunden und auf der Scale abgelesen. Es handelt sich somit um eine Combination von Laufgewichts- und Neigungswaage.

Regulator mit kleinem Lichtbogen an elektrischen Lampen. Von J. M. A. Gerard-Lescuyer in Paris. D.R.P. 15560 v. 3. Juni 80.

Der Lichtbogen bildet sich zwischen einer sich abnutzenden, also nachzuschiebenden dünnen Kohlenelektrode und einer mehr oder weniger feststehenden Elektrode von verhältnissmässig grossem Querschnitt und der Form eines Kugelabschnittes. Sowohl das Nachschieben des dünnen Kohlenstabes als die Regulirung des Lichtbogens kann auf drei einzeln angegebene Arten erfolgen.

Neue akustische Apparate. Von E. Hartmann in Würzburg. Centr.-Zeit. f. Opt. u. Mech. 1882. No. 1.

Es werden eine Anzahl neuer von G. F. Weigle in Stuttgart construirter und auf der dortigen Gewerbeausstellung ausgestellt gewesener akustischer Apparate vorgeführt, von denen folgende hervorgehoben werden sollen. Der Motorophon demonstrirt, wie Bewegung fast ohne Kraftverlust in Schall umgesetzt wird. Eine Welle macht durch doppelte Riemenübertragung 400 Umdrehungen in der Secunde; an derselben ist ein verstellbarer Excenter mit einer Pleuelstange angebracht, deren Ende an einer Membrane befestigt ist; diese wird so oft hin und her gestossen, als die Excenterwelle Umdrehungen macht; hierdurch können Töne von ganz ausserordentlicher Intensität erzeugt werden. Ein anderer Apparat, der Phonomotor, leistet das Umgekehrte, nämlich die Uebersetzung von Schall in Bewegung, mittels einer ähnlichen Construction. Bei einem dritten Apparat, dem Elektromagnetophon, wird die Membrane durch einen Elektromagneten in Schwingung gesetzt. Die Höhe des Tons hängt also von der Stärke der angewandten Batterie ab.

Nivellirinstrument von M. Sendtner in München. Centr.-Zeit. f. Opt. u. Mech. 1882. No. 2.

M. Sendtner in München hat ein kleineres und ein grösseres Nivellirinstrument mit dem Geyer'schen Apparat für Horizontirung versehen, der auch in dieser Zeitschrift (1881, S. 211) erwähnt ist. Die Instrumente werden beschrieben und die Bedeutung der Neuerung untersucht. Den in dem Aufsatz geäusserten Bedenken, dass der Apparat namentlich für feinere und grössere Instrumente keinen unbedingten Fortschritt bedeute, kann sich Ref. nur anschliessen.

Tägliche Schwankung der magnetischen Declination. Von Denza. Compt. rend. **93.** S. 1067.

Beobachtung der täglichen Schwankung der magnetischen Declination, angestellt in Moncalieri in den Jahren 1879 und 1880. Die Beobachtungen sind alle drei Stunden von 6 Uhr Morgens bis 9 Uhr Abends ausgeführt. Die Monatsmittel zeigen ein Minimum der Schwankung in den Wintermonaten im Betrage von etwa 3' und ein Maximum in den Sommermonaten im Be-



trage von etwa 9′. Das Jahresmittel der täglichen Amplitude betrug im Jahre 1879: 6′.32, im Jahre 1880: 6′.71.

Regulirung und Compensation der Compasse. Von Faye. Compt. rend. **94.** S. 18.

Herr Faye schlägt ein einfaches Mittel vor, welches die Compensation von Compassen durch Elektromagnete unnöthig machen soll. In kreisförmige mit einer feinen Theilung versehene Stücke Papier sollen die einer gegebenen Region eigenthümlichen magnetischen Correctionen eingetragen und das Papier auf die Rose des Compasses aufgelegt werden. Wenn das Schiff die betreffende Gegend verlassen hat, soll einfach ein neuer Correctionskreis aufgelegt werden.

Für die Werkstatt.

Herstellung billiger Kohlenelemente. Maschinenbauer 1882. Heft 6.

Billige Kohlenelemente für galvanische Batterien stellt Mauri in der Weise her, dass er gleiche Gewichtsmengen von fein pulverisirtem Graphit und von Schwefel in einem Schmelztiegel bis auf höchstens 200° erhitzt und die etwas zähflüssige Masse in Metallformen giesst, in welche als Elektroden Kupferdrähte gesteckt sind. Die nach der Abkühlung sofort verwendbare Masse ist ebenso leistungsfähig wie die beste Retortenkohle und verleiht der Zelle, da sie stärker elektronegativ als gewöhnliche Kohle ist, grosse elektromotorische Kraft. — Ein grösserer Zusatz von Schwefel macht die Masse sehr widerstandsfähig, so dass sie an Stelle des Kupfers oder Platins selbst zu Batterien für telegraphische und elektrische Beleuchtungszwecke verwendbar wird. *B.*

Verbessertes Löthrohr. Von J. J. Hess in Wien. Centralzeit. f. Optik u. Mechanik. 1881. No. 23.

Das eigentliche Blaserohr ist mit einem zweiten hinten geschlossenen Rohre umgeben, welches einen seitlichen, am Ende offenen Rohrstutzen trägt. Beim Einblasen von Luft wird durch den seitlichen Rohrstutzen Luft mitgerissen, wodurch man eine grössere und heissere Löthflamme erhält; das letztere deshalb, weil die in die Flamme eintretende Luft sauerstoffreicher ist als blosse Athmungsluft. Das Princip ist also das der Strahlpumpen oder Injectoren. Man erhält die günstigsten Dimensionen, wenn man den ringförmigen Querschnitt des Saugerohres sechsmal grösser wählt als den des Blaserohres, vorausgesetzt, dass die unverständliche Angabe des Originals: „im Cubikmaass“ „im Flächenmaass“ bedeuten soll.

Praktische Erfahrungen über Härtung von Gewindebohren und Gewindbacken. Von F. Reiser. Allg. Journ. f. Uhrmacherkunst. 1882 Nr. 6.

Die Gewindebohrer werden in schwacher Kirschrothhitze, mit dem Gewindende voran, vertical ganz ins Wasser getaucht, sodann langsam etwas zurückgezogen, damit der Kopf weniger schnell abkühlt und weicher bleibt, und so lange im Wasser herumgeführt, bis die Gluth gelöscht und die Abkühlung so weit vorgeschritten ist, dass nach dem Herausnehmen aus dem Wasser die Innenwärme zum Hervorrufen der braun-rothen Anlauffarbe noch genügt. Hat man eine grössere Anzahl dieser Werkzeuge und längere Gattungen derselben zu härten, so erhitzt man dieselben mit einer Umgebung von Holzkohlenpulver in einer Blechkiste und löscht sie dann einzeln im Wasser ab Werden die Gewindebohrer nicht von innen angelassen, so ist die Härtung in Oel oder Unschlitt oder in mit Kalk versetztem Wasser vorzunehmen, wobei die Gewindebohrer in der Härteflüssigkeit vollständig abgekühlt und nachträglich angelassen werden.

Bei den Gewindebacken geschieht die Erhitzung ähnlich, wie bei den Gewindebohrern. Dieselben werden am besten in Unschlitt gehärtet. Verlangt man eine grössere Härte, so ist es auch zulässig, dass die Backen zuerst vertical in Wasser getaucht werden, bis ihre Oberfläche dunkel erscheint, worauf man sie zum Auskühlen rasch in ein Oelbad bringt. Die Anlassfarbe ist dunkelgelb bis gelb-braun.

Berichtigung.

In der Beschreibung des „Universal-Messtischapparates von E. Sprenger“ (S. 44 des vorigen Heftes) muss es heissen:

Der Horizontalkreis kann mittels der central wirkenden Schraube *K* festgeklemmt werden; die Feinbewegung vermittelt die Mikrometerschraube *M* (nicht *H*, wie irrthümlich gedruckt ist).

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Buchdruckerei von Gustav Schade (Otto Francke) in Berlin N.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Geschäftsführender Ausschuss der Herausgeber:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. **H. Landolt**, Vorsitzender. **R. Fuess**, Beisitzer. Reg.-Rath Dr. **L. Loewenherz**, Schriftführer.

Redacteur: Dr. Georg Schwirkus.

II. Jahrgang. **April 1882.** Viertes Heft.

Der Faden-Distanzmesser.

Von

Professor Dr. **Wilhelm Tinter** in Wien.

I. Constructionen des Faden-Distanzmessers. Bestimmung der Constanten desselben.

Wenn man von dem Detail in der Construction absieht, so sind es nur zwei wesentlich verschiedene Arten des Fadendistanzmessers, welche an den geodätischen Instrumenten vorkommen, nämlich: der Distanzmesser nach Reichenbach und der Distanzmesser nach Porro.

Der für alle Distanzmesser nöthige mikrometrische Winkel wird bei den beiden genannten Constructionen in der einfachen Weise gebildet, dass man auf der Fadenplatte des Fernrohres ausser dem mittleren Horizontalfaden noch zwei andere Horizontalfäden aufzieht, wodurch ausser der mittleren Visirebene zwei andere Visirebenen gebildet werden, welche sowohl unter sich, als auch jede für sich mit der mittleren Visirebene einen bestimmten Winkel einschliessen.

Bei dem Distanzmesser nach Reichenbach fällt jener Punkt, von welchem aus gezählt die Entfernungen den Lattenabschnitten direct proportional sind, der sogenannte anallatische Punkt, mit dem vorderen Brennpunkte des Objectives zusammen, so dass man, um die Entfernung auf die Mitte des Instrumentes zu erhalten, noch den Abstand dieses Brennpunktes von der Mitte des Instrumentes kennen muss.

Dieser Umstand bot die Veranlassung zu der Construction, welche von Porro angeregt und durchgeführt wurde. Er stellte sich die Aufgabe, den Fadendistanzmesser derart einzurichten, dass die von der Mitte des Instrumentes an gezählten Entfernungen den Lattenabschnitten, welche diesen Entfernungen entsprechen, proportional sind, dass demnach der anallatische Punkt in den Durchschnittspunkt der optischen Axe mit der durch die horizontale Drehaxe des Instrumentes gelegten Verticalebene fällt; die Erreichung dieses Zweckes fordert die Einschaltung einer Linse zwischen das Objectiv und das Fadenkreuz.

Wenn man folgende Bezeichnungen einführt:

L die Brennweite des Objectives,
b der lineare Abstand der beiden distanzmessenden Fäden (Distanz-Fäden),
c der Abstand des ersten Brennpunktes von der Mitte des Instrumentes,
B der durch das Ablesen an den beiden Fäden an der auf dem zweiten Punkte vertical gehaltenen Latte bestimmte Lattenabschnitt,

so hat zur Bestimmung der Distanz $\triangle$ zwischen der Mitte des Instrumentes und

dem Aufstellungspunkte der Latte auf horizontalem Terrain für den Distanzmesser nach Reichenbach, wenn das Ocular nach Ramsden oder ein analog wirkendes Ocular angewendet wird, die Gleichung

$$\triangle = \frac{L}{b} \cdot B + c \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 1)$$

Für einen bestimmten Abstand b ist auch der Quotient $\frac{L}{b}$ eine constante Grösse; setzt man

$$\frac{L}{b} = C \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 2),$$

so wird

$$\triangle = C \cdot B + c \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 3)$$

Ist w der mikrometrische Winkel zwischen den beiden Distanz-Fäden, so hat man:

$$\frac{b}{L} = 2 \operatorname{tg} \frac{w}{2}, \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 4)$$

oder mit Rücksicht auf den Umstand, dass, da der mikrometrische Winkel bei derartigen Distanzmessern kaum 34, also $\frac{w}{2}$ kaum 17 Bogenminuten erreicht, $2 \operatorname{tg} \frac{w}{2} = \operatorname{tg} w$ oder auch $\operatorname{tg} w = w$ gesetzt werden kann,

$$\frac{b}{L} = \operatorname{tg} w = w \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 5);$$

mithin ist

$$C = \frac{L}{b} = \operatorname{cotg} w \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 6)$$

oder

$$C = \frac{1}{w} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 6_1)$$

Hat das Fernrohr ein Ocular nach Huyghens, so wird die Gleichung für die Bestimmung der Horizontaldistanz $\triangle$, wenn die früheren Bezeichnungen beibehalten werden und mit L' die Brennweite der Collectivlinse des Oculares, mit f' der Abstand des Fadennetzes von dem zweiten Hauptpunkte der Collectivlinse bezeichnet wird, die folgende:

$$\triangle = \frac{L' - f'}{L'} \cdot \frac{L}{b} \cdot B + c \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 1')$$

oder, wenn

$$\frac{L' - f'}{L'} \cdot \frac{L}{b} = C \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 2') \quad \text{gesetzt wird,}$$

$$\triangle = C \cdot B + c \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 3')$$

Wird auch hier der zu den Distanz-Fäden gehörige mikrometrische Winkel mit w bezeichnet, so folgert sich leicht für diesen Fall:

$$w = \frac{L'}{L' - f} \cdot \frac{b}{L} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 5')$$

mithin

$$C = \frac{1}{w} = \frac{206264{\cdot}8}{w''} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 6')$$

Da $\frac{L' - f'}{L'} < 1$ ist, so werden auch die Distanzfäden für die Erreichung des-

selben Werthes der Constanten näher aneinander stehen müssen, als in einem Fernrohre mit demselben Objective aber mit einem Oculare von Ramsden, Steinheil oder Kellner.

Für die Anwendung eines Distanzmessers ist es wünschenswerth, dem C einen Werth zu geben, dass die Bildung des Productes $C.B$ leicht geschehen kann; man wählt für C den Werth 100, manchmal 200, was dann bei einer gegebenen Brennweite L des Objectives einen bestimmten Fadenabstand b fordert; derselbe bestimmt sich nach der Gleichung 2)

$$b = \frac{L}{C} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 7)$$

Dieser gerechnete, dem gegebenen C entsprechende Werth b ist aber bei dem Aufziehen der Fäden nicht leicht einzuhalten, wodurch dann auch der Werth C von der verlangten Grösse abweichen wird; Gleichung 7) differenzirt, giebt vom Zeichen abgesehen:

$$db = \frac{1}{L} . dC = \frac{b}{C} . dC$$

$$\frac{db}{b} = \frac{dC}{C} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 8)$$

Wäre z. B. $L = 0{\cdot}300$ m, und verlangt man für C den Werth 100, so fordert dieses den Fadenabstand $b = 3{\cdot}00$ mm.

Soll nun das Verhältniss des Fehlers in der Constanten zu dem Werthe derselben, d. i. $\frac{dC}{C} \overline{\overline{<}} \frac{1}{2000}$ werden, so müsste auch

$$\frac{db}{b} \overline{\overline{<}} \frac{1}{2000}, \text{ d. i. } db \overline{\overline{<}} \frac{b}{2000} \text{ werden.}$$

Für den obigen Werth $b = 3{\cdot}00$ mm wird $db \overline{\overline{<}} 0{\cdot}0015$ mm, d. h. wollte man den Werth der Constanten C bis auf 0·05, oder auf $^1/_{2000}$ seines Werthes genau haben, so müsste der lineare Abstand zwischen den beiden Distanz-Fäden beim Aufspannen derselben bis auf 0·0015 mm eingehalten werden können, was aber nicht möglich ist.

Es mag dieser Umstand Veranlassung zu jener Abänderung in der Construction der Fadenplatte gewesen sein, wodurch es möglich gemacht wird, mittels geeigneter Schräubchen nicht nur die beiden äusseren Fäden gegen einander, sondern auch gegen den mittleren Horizontalfaden zu verstellen.

In Fig. 1 und 2 ist die Construction nach Ertel, in Fig. 3 und 4 die Construction nach Starke, in Fig. 5 die Construction nach Fennel zur Darstellung gebracht. Die einander entsprechenden Theile sind mit denselben Buchstaben bezeichnet und zwar bedeutet:

O_1 das Ocular, bei Ertel ein solches nach Huyghens mit dem Collectiv C und dem Augenglas ω,
bei Starke ein solches nach Steinheil,
bei Fennel - - nach Ramsden,

m den mittleren }
o - oberen } Horizontalfaden,
u - unteren }
v den Verticalfaden,

a, *a* und *e*, *e* mit *t* bezüglich *i* fest verbundene Theile,

b und b_1 in ihrer Form nach der Zeichnung erkennbare Metallplättchen, welche zwischen *a* und *a* eine sichere Führung finden,

σ_1 und σ_2 Schräubchen, durch welche die gegenseitige Stellung der Theile *b* und b_1 geregelt werden kann, wozu noch die Wirkung der eingesetzten Federn *f*, bezw. *f* und f_1 gehört,

g und g_1 Gegenmuttern für die Schräubchen *σ* bei Ertel's Construction,

s_1, s_2 Schräubchen zur Centrirung des Fadenkreuzes.

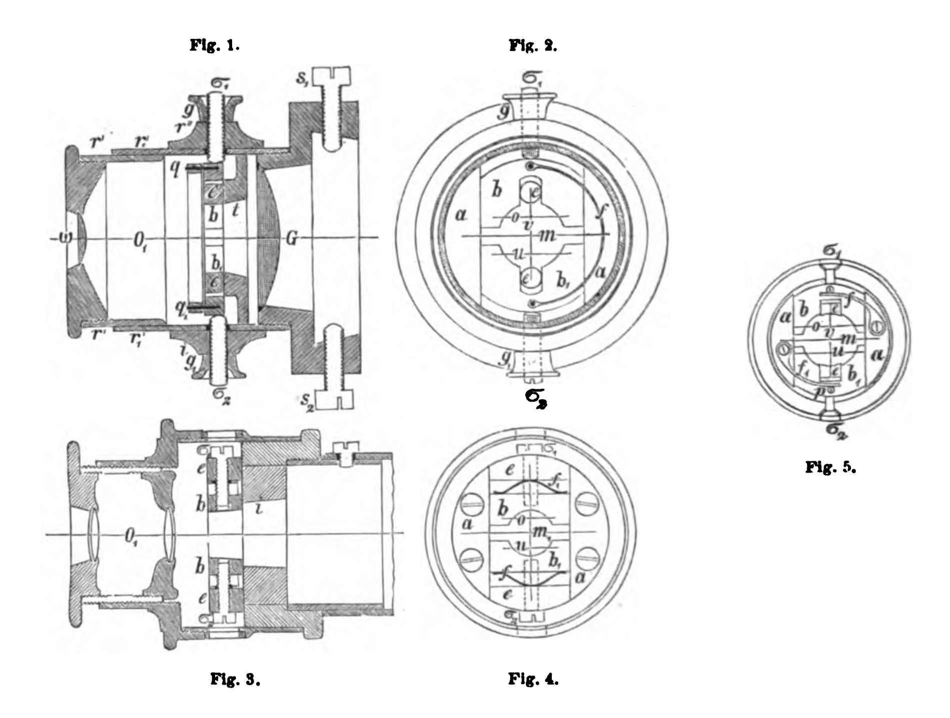


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4. Fig. 5.

Der Verticalfaden ist mit seinem Ende auf *e*, *e*, der mittlere Horizontalfaden auf *a*, *a* der obere Horizontalfaden *o* auf *b*, der untere Horizontalfaden *u* auf b_1 befestigt.

Man erkennt somit, dass durch die entsprechende Anwendung der Schräubchen *σ* und die Wirkung der Federn *f* die Möglichkeit geboten ist, den Abstand der Horizontalfäden *o* und *u*, als auch den Abstand dieser Fäden gegen den mittleren Horizontalfaden *m* zu ändern, wodurch man gewissen gestellten Bedingungen gerecht werden kann.

Zu der Construction von Ertel wäre noch zu erwähnen, dass abweichend von den früheren Constructionen der Ring *r''* mit den Muttergewinden für die Schräubchen *σ* längs der Axe des Rohres nicht verschoben werden kann; es ist demnach nicht möglich, den nöthigen Abstand zwischen Fadennetz und der Ocularlinse *w*, welchen das deutliche Sehen des Fadennetzes für ein Auge von bestimmter Sehweite fordert, durch Verschieben dieses Ringes, bezüglich des Fadennetzes, welches bekanntlich als ein Nachtheil der früheren Construction anzuführen ist, herzustellen; diese Bedingung kann nunmehr dadurch erfüllt werden, dass die Ocularlinse *w* für sich in eine kurze Röhre *r'* gefasst ist, die sich in der Röhre r_1' verschieben lässt.

Bestimmung der Constanten C und c.

Zur Ermittelung des Werthes der Constanten C und c kann man folgende drei Methoden anwenden.

1. Methode: Man messe auf einem horizontalen Terrain von einem bestimmten Anfangspunkte mindestens zwei Distanzen mit geeigneten Längenmaassen ab, stelle sich über dem gemeinschaftlichen Endpunkte mit der Mitte des Instrumentes centrisch auf und ermittle bei horizontaler Visur die Lattenabschnitte, welche sich bei vertical gehaltener Latte an den beiden anderen Endpunkten der gemessenen Strecken ergeben; man kann dann zwei Gleichungen nach 3) aufstellen, welche nur die beiden Unbekannten C und c enthalten.

Sind die beiden gemessenen Horizontaldistanzen $\triangle_1$, $\triangle_2$, die zugehörigen Lattenabschnitte B_1, B_2 so hat man:

$$\triangle_1 = C B_1 + c$$
$$\triangle_2 = C \,.\, B_2 + c$$

und hieraus:

$$\left.\begin{aligned} C &= \frac{\triangle_2 - \triangle_1}{B_2 - B_1} \\ c &= \frac{\triangle_1 B_2 - \triangle_2 B_1}{B_2 - B_1} \end{aligned}\right\} \quad 9)$$

Aus der Betrachtung der Gleichung 9) ergiebt sich, dass die Genauigkeit des Werthes C und c namentlich von der Genauigkeit der Bestimmung des Lattenabschnittes abhängt.

Um den Einfluss eines Fehlers in der Messung der Distanzen und in den beobachteten Lattenabschnitten auf das Endresultat zu erhalten, setze man:

Fehler in $\triangle_1$ und $\triangle_2$ bezw. f_1, f_2
Fehler in B_1 und B_2 „ f_3, f_4
Fehler in C und c bezüglich dC, dc

und bilde sich die partiellen Differentialquotienten von C und c nach $\triangle$ und B, nämlich:

$$\left(\frac{dC}{d\triangle_1}\right) = -\frac{1}{B_2 - B_1}, \quad \left(\frac{dC}{d\triangle_2}\right) = \frac{1}{B_2 - B_1}$$

$$\left(\frac{dC}{dB_1}\right) = \frac{\triangle_2 - \triangle_1}{(B_2 - B_1)^2} = \frac{C}{B_2 - B_1}, \quad \left(\frac{dC}{dB_2}\right) = -\frac{C}{B_2 - B_1}$$

$$\left(\frac{dc}{d\triangle_1}\right) = \frac{B_2}{B_2 - B_1}, \quad \left(\frac{dc}{d\triangle_2}\right) = -\frac{B_1}{B_2 - B_1}$$

$$\left(\frac{dc}{dB_1}\right) = -\frac{B_2}{B_2 - B_1} \cdot C, \quad \left(\frac{dc}{dB_2}\right) = \frac{B_1}{B_2 - B_1} \cdot C,$$

so ist bekanntlich:

$$dC = \pm \sqrt{\frac{1}{(B_2 - B_1)^2} \cdot f_1^2 + \frac{1}{(B_2 - B_1)^2} f_2^2 + \frac{C^2}{(B_2 - B_1)^2} f_3^2 + \frac{C^2}{(B_2 - B_1)^2} f_4^2}$$

$$dC = \pm \frac{1}{(B_2 - B_1)} \sqrt{f_1^2 + f_2^2 + C^2 (f_3^2 + f_4^2)} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad 10)$$

$$dc = \pm \sqrt{\frac{B_2^2}{(B_2 - B_1)^2} \cdot f_1^2 + \frac{B_1^2}{(B_2 - B_1)^2} f_2^2 + \frac{B_2^2\, C^2}{(B_2 - B_1)^2} f_3^2 + \frac{B_1^2\, C^2}{(B_2 - B_1)^2} f_4^2}$$

$$dc = \pm \frac{1}{(B_2 - B_1)} \sqrt{B_2^2 f_1^2 + B_1^2 f_2^2 + C^2 (f_3^2 B_2^2 + f_4^2 B_1^2)} \quad . \; . \; . \quad 11)$$

Ist die Annahme gestattet, $f_1 = f_2$ und $f_3 = f_4$ zu setzen, so gehen die Gleichungen 10) und 11) in die nachstehenden über:

$$dC = \pm \frac{\sqrt{2}}{B_2 - B_1} \sqrt{f_1^2 + C^2 f_3^2} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad 10')$$

$$dc = \pm \frac{1}{B_2 - B_1} \sqrt{(B_1^2 + B_2^2) f_1^2 + f_3^2 C^2 (B_1^2 + B_2^2)},$$

$$dc = \pm \frac{\sqrt{B_1^2 + B_2^2}}{(B_2 - B_1)} \sqrt{f_1^2 + f_3^2 C^2} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad 11')$$

Substituirt man in die letzte Gleichung 11') für $\frac{\sqrt{f_1^2 + f_3^2 C^2}}{B_2 - B_1}$ den aus Gleichung 10') folgenden Werth $\frac{dC}{\sqrt{2}}$, so wird:

$$dc = \pm \frac{\sqrt{B_1^2 + B_2^2}}{\sqrt{2}} \cdot dC \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad 11'')$$

Aus den Gleichungen 10') und 11') ist ersichtlich, dass unter sonst gleichen Umständen die Fehler in C und c um so grösser werden, je kleiner die Differenz $B_2 - B_1$ ist, d. h. also, man soll zwei Distanzen wählen, welche ziemlich von einander verschieden sind. Hierbei wird es wegen der zu erzielenden Genauigkeit in B_1 und B_2 zweckmässig sein, die eine Distanz nicht zu klein, die andere nicht zu gross zu wählen. Distanzen zwischen 30 und 100 m werden für die gewöhnlichen geodätischen Instrumente am geeignetsten sein.

Wählt man die eine Distanz gleich oder kleiner als 30 m, so wird es sich empfehlen, zur Ermittelung des Lattenabschnittes nicht die nach Centimeter getheilte Latte, sondern einen direct nach Millimeter getheilten Maassstab, dessen Theilstriche aus solch' einer kleinen Entfernung ganz gut gesehen werden können, anzuwenden.

Nimmt man z. B. an: $B_1 = 0{\cdot}2225$ m, $B_2 = 0{\cdot}8950$ m, $C = 100$,
$f_1 = 0{\cdot}0005$ m, $f_3 = 0{\cdot}0005$ m,

so wird:

$$dC = \pm\, 0{\cdot}105$$
$$dc = \pm\, 0{\cdot}063$$

Wie man entnimmt, sind dies Fehlerwerthe, welche verhältnissmässig gross genannt werden müssen; es gilt dieses hauptsächlich für dc, welcher Werth von dem bei gewöhnlichen geodätischen Instrumenten vorkommenden Werthe c den 8. bis 10. Theil ausmachen dürfte.

Dass man den Umstand, die Werthe für $\triangle$ und B so genau als nur möglich zu erhalten, nicht immer gehörig gewürdigt hat, geht daraus hervor, dass diesen Gegenstand betreffende Publicationen Beispiele enthalten, welche auf diese Art behandelt, den Fehler in c fast ebenso gross geben, als c selbst ist.

Wenngleich zwei Distanzmessungen und die dazu gehörigen Lattenabschnitte zur Lösung der gestellten Aufgabe genügen würden, so wird man doch, wie in allen ähnlichen Fällen, in welchen gewisse Grössen aus beobachteten Werthen ermittelt werden sollen, mehr als zwei Distanzen messen und die zugehörigen Lattenabschnitte beobachten, in welchem Falle sich ebenso viele Gleichungen aufstellen lassen, als Distanzen gemessen worden sind. Dieses System von Gleichungen, deren Anzahl

grösser als die Zahl der zu bestimmenden zwei Unbekannten ist, kann nach der gewöhnlichen Weise durch Combination von je zwei Gleichungen aufgelöst werden; es wird aber am zweckmässigsten sein, dasselbe nach der Methode der kleinsten Quadrate zu behandeln.

Sind $\Delta_1, \Delta_2, \Delta_3, \ldots \Delta_n$ die gemessenen Horizontaldistanzen, $B_1, B_2, B_3 \ldots B_n$ die bezüglichen Lattenabschnitte, so hat man die folgenden Gleichungen:

$$\left.\begin{array}{l} \Delta_1 = C B_1 + c \\ \Delta_2 = C B_2 + c \\ \Delta_3 = C . B_3 + c \\ \vdots \\ \Delta_n = C B_n + c \end{array}\right\} \quad \ldots \quad 12)$$

aus denen sich zwei Normalgleichungen zur Bestimmung von C und c bilden lassen, nämlich:

$$\left.\begin{array}{l} [B . \Delta] = [BB]\, C + [B]\, c \\ [\Delta] \quad = [\, B \,]\, C + n . c \end{array}\right\} \quad . . \quad 13)$$

Es bedeutet:

$$\begin{array}{l} [B\Delta] = B_1 \Delta_1 + B_2 \Delta_2 + \ldots \ldots B_n \Delta_n \\ [B\,B] = B_1 B_1 + B_2 B_2 + \ldots \ldots B_n B_n \\ [B] \; = \; B_1 + B_2 + B_3 + \ldots \; B_n \\ [\Delta] \; = \; \Delta_1 + \Delta_2 + \ldots \ldots \Delta_n . \end{array}$$

Um einen Aufschluss über die Genauigkeit der aus 13) gerechneten Werthe C und c zu erhalten, substituire man diese in die Gleichungen 12), wodurch sich die übrig bleibenden Fehler

$$v_1, \; v_2, \; v_3 \; \ldots \; v_n$$

ergeben, mit denen sich $[vv] = v_1^2 + v_2^2 + v_3^2 + \ldots v_n^2$ bestimmt.

Es ist dann der mittlere Fehler einer Gleichung, E:

$$E = \pm \sqrt{\frac{[v\,v]}{n-2}} \quad \ldots \ldots \quad 14),$$

und wenn das Gewicht von C mit P, jenes von c mit p bezeichnet wird, so ist der mittlere Fehler in C und c bezüglich

$$\left.\begin{array}{l} E_C = \dfrac{E}{\sqrt{P}} \\ E_c = \dfrac{E}{\sqrt{p}} \end{array}\right\} \quad \ldots \ldots \quad 15),$$

wo

$$\left.\begin{array}{l} P = \dfrac{[BB]\, n - [B]^2}{n} \\ p = \dfrac{[BB]\, n - [B]^2}{[BB]} \end{array}\right\} \quad \ldots \quad 16) \text{ ist.}$$

Die Erwägungen, dass selbst für genaue Messungs- und Beobachtungsresultate ein verhältnissmässig ungenauer Werth für c erhalten wird, mussten zu der Ueberlegung führen, ob es nicht vortheilhafter wäre, c direct zu messen; man wird dadurch zu den anderen Methoden der Bestimmung der Constanten geführt.

2. Methode. Da der Werth $c = L + d$ ist, d. h. sich aus der Brennweite des

Objectives und dem Abstande des ersten Hauptpunktes bis zur Mitte des Instrumentes zusammensetzt, so messe man diese beiden Grössen. In Ermangelung geeigneter Hülfsmittel, stelle man das Fadennetz für unendliche Entfernung ein, wodurch dasselbe in die Brennebene des Objectives kommt, und messe den Abstand der vorderen Fläche der Fadenplatte bis zur vorderen Fläche des Objectives, und von dieser den Abstand bis zur Mitte des Instrumentes, so ist die Summe dieser beiden Abstände vermindert um die Dicke des Objectives die gesuchte Grösse c. Der Fehler, welcher hierdurch der Grösse c anhaftet, wird kaum 1 bis 2 mm betragen, ein Werth, welcher bei der Distanzmessung mit derartigen Instrumenten gar nicht in Betracht gezogen werden kann, welcher aber auch auf die Constantenbestimmung C, wenn nicht gar zu kurze Distanzen gewählt werden, keinen wesentlichen Einfluss üben wird; der Fehler in c wirkt bei der Constantenbestimmung C wie ein Fehler in der Distanzmessung. Setzt man c als schon bestimmt voraus, so hat man Gleichung 3)

$$\Delta - c = C.\ B,$$

in welcher noch C aus Beobachtungen zu ermitteln ist. Wenngleich nur eine Distanz zu messen nöthig wäre, um C finden zu können, so wird man doch mehrere Distanzen auf horizontalem Terrain mit Sorgfalt messen, die zu diesen Distanzen gehörigen Lattenabschnitte beobachten und aus den einzelnen Gleichungen, welche für die gemessenen Distanzen aufgestellt werden können, den Werth C bestimmen. Die Uebereinstimmung der einzelnen Werthe C wird sofort einen Aufschluss über die Genauigkeit der Beobachtungen gewähren und für den Fall, dass die sich ergebenden Abweichungen durch die unvermeidlichen Beobachtungsfehler erklärt werden können, wird der Mittelwerth als der wahrscheinlichste Werth für C angenommen.

Sind die gemessenen Horizontaldistanzen $\Delta_1, \Delta_2, \Delta_3, \ldots \Delta_n$
die beobachteten Lattenabschnitte $B_1, B_2, B_3, \ldots B_n$,

so sind die Gleichungen zur Bestimmung von C:

$$\left.\begin{array}{l} \Delta_1 - c = \Delta'_1 = C\,.\,B_1 \\ \Delta_2 - c = \Delta'_2 = C\,.\,B_2 \\ \Delta_3 - c = \Delta'_3 = C\,.\,B_3 \\ \quad\vdots \\ \Delta_n - c = \Delta'_n = C\,.\,B_n \end{array}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 17)$$

welche geben

$$C = \frac{\Delta'_1}{B_1},\ \frac{\Delta'_2}{B_2},\ \frac{\Delta'_3}{B_3},\ \frac{\Delta'_4}{B_4} \ldots,\ \frac{\Delta'_n}{B_n}$$

Mittelwerth:

$$C = \frac{1}{n}\left(\frac{\Delta'_1}{B_1} + \frac{\Delta'_2}{B_2} + \frac{\Delta'_3}{B_3} + \ldots\ldots \frac{\Delta'_n}{B_n}\right) \quad \ldots \quad 18)$$

Die Substitution dieses Werthes C in die Gleichung 17) giebt die übrig bleibenden Fehler $v_1, v_2, v_3 \ldots v_n$, mit denen man $[v\,v] = v_1^2 + v_2^2 + \ldots v_n^2$ bildet.

Es ist sodann der mittlere Fehler des Mittelwerthes C:

$$E = \pm \sqrt{\frac{[v\,v]}{n\,(n-1)}} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 19),$$

der wahrscheinliche Fehler:

$$E_0 = \pm\ 0{\cdot}6745\,.\,E \quad \ldots\ldots\ldots \quad 20)$$

Würde man nur eine Distanz Δ mit dem hierzu ermittelten Lattenabschnitte B der Constantenbestimmung C zu Grunde legen, so ist der Fehler in C, wenn der Fehler in der Distanzbestimmung mit f_1, der Fehler in c mit f_1', der Fehler in B mit f_3 bezeichnet wird,

$$dC = \pm \frac{1}{B}\sqrt{f_1^2 + f_1'^2 + f_3^2 \,.\, C^2} \quad . \; . \; . \; . \quad 21)$$

Je nachdem die Fehlerwerthe als mittlere oder als wahrscheinliche Fehler eingeführt werden, erhält man auch für dC den mittleren oder wahrscheinlichen Fehler.

Setzt man z. B. $f_1 = 0{\cdot}0010$ m, $f_1' = 0{\cdot}0020$ m, $f_3 = 0{\cdot}0005$ m, $C = 100$, $B = 1{\cdot}000$ m, so wird

$$dC = \pm\, 0{\cdot}050$$

$$\frac{dC}{C} = \frac{1}{2000}.$$

Mit Rücksicht auf den grossen Werth des Factors C wird man in Gleichung 21) $f_1^2 + f_1'^2$ gegen $f_3^2\, C^2$ vernachlässigen können; ist dieses gestattet, so wird

$$dC = \pm\, \frac{f_3\, C}{B} \quad \text{oder}$$

$$\frac{dC}{C} = \frac{f_3}{B} = \frac{dB}{B} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad 22);$$

soll also das Fehlerverhältniss für die Constante C einen gewissen Werth nicht überschreiten, so muss der Lattenabschnitt so genau ermittelt werden, dass auch das Fehlerverhältniss dieser Grösse den gegebenen Werth nicht überschreite, d. h. der Lattenabschnitt muss um so genauer bestimmt werden, je kleiner die zu Grunde gelegte Distanz, bezw. je kleiner der entsprechende Lattenabschnitt ist.

Die Genauigkeit in der Ermittelung des Lattenabschnittes wird jedenfalls grösser, je kleiner die Entfernung zwischen dem Aufstellungspunkte des Instrumentes und jenem der Latte ist; allein bei zu geringer Entfernung wird die Bildgrösse für die Centimeterfelder zu gross und das Abschätzen der Bruchtheile des Centimeters wird nicht mehr so genau erfolgen, als es bei der Kleinheit des Lattenabschnittes das gegebene Fehlerverhältniss fordert; es ist dann die Anwendung eines nach Millimetern getheilten Maassstabes gerechtfertigt. So müsste, wenn für ein Instrument der Werth $C = 100$ wäre und gefordert würde, dass der Fehler in C nicht grösser als $0{\cdot}1$, also $\frac{dC}{C} = \frac{1}{1000}$ sei, bei einer für die Constantenbestimmung zu Grunde gelegten Distanz von

$$\Delta = \quad 20 \text{ m} \qquad 50 \text{ m} \qquad 100 \text{ m}$$

der Fehler im Lattenabschnitte bezüglich sein

$$dB = 0{\cdot}0002 \text{ m},\; 0{\cdot}0005 \text{ m},\; 0{\cdot}001 \text{ m}.$$

Geht man von diesem Fehler im Längenmaasse auf den entsprechenden Fehler im mikrometrischen Winkel über, so erhält hierfür $dw = 2{\cdot}1$ Secunden.

Nicht selten ist von ausübenden Ingenieuren die Behauptung aufgestellt worden, dass die Constanten C für verschiedene Distanzen verschieden seien, demnach l nicht eigentlich eine constante Grösse sei. Die Behauptung wird auf ihren wahren Werth durch obige Untersuchung zurückgeführt und hätte nicht aufgestellt werden können,

der Entfernung entsprechend, mit hin- … wäre.

… Winkel, entsprechend den beiden zur … man bekanntlich

$$\ldots 206265 \ldots \quad . \; . \; . \; . \quad 23)$$

… mikrometrischen Winkels w bestimmt sein. … man einen mit Ablesemikroskopen versehenen … schraube ausgestattetes Instrument, für welche … verwenden.

… wird auf unendliche Entfernung, d. i. das … gestellt, und dann mit diesem Instrument das zur … mirt, u. z. bei horizontaler Visirlinie. Das Faden- … Instrumente ist nunmehr das leuchtende Object, … zur Messung verwendeten Fernrohres zu Stande … Winkel zwischen den beiden zur Distanzmessung ver- … wie den Winkel zwischen zwei anderen gegebenen

… zulässig erklärten Fehler dC in der Constanten C … mikrometrischen Winkel w haben, so ergiebt sich … der Gleichung 23), nämlich:

$$\frac{dw}{w^2} = -\frac{dw}{w} \cdot C \qquad \text{oder}$$

$$\frac{dw}{w} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad 24)$$

$$\frac{dC}{C} \cdot w \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad 24').$$

… werden soll, so muss auch $dw \overline{\overline{<}} \frac{w}{1000}$ sein.

… so müsste, wenn die Constante bis auf den tausendsten … sein soll, der Winkel w bis auf 2·1 Secunden genau … ein Fernrohr mit gegebener Brennweite des Objectives … Constanten C gefordert, so ist dieses nur durch Verkleine- … Winkels, demnach durch Verringern des Abstandes der … dienenden Fäden möglich; ein kleinerer Werth des mi- … aber bei demselben Fehler in den Constanten C eine … Winkels u. z. im Verhältnisse der Vergrösserung der … der Werth der Constanten C, für welchen der mikro- … Secunden gilt, doppelt so gross werden, so wird nun- … früheren Werthes haben können, nämlich 1050 Secunden. … dass C bis auf $C/_{1000}$ genau bestimmt werden soll, so muss … genau gemessen werden.

… in Betracht, dass bei der Ermittelung von w das Faden- … Brennebene des Objectives stehen soll. Bei dem Einstellen des … Brennebene wird man aber einen Fehler machen, in Folge dessen

der Werth des mikrometrischen Winkels nicht genau sein wird. Es ist bekanntlich

$$\frac{b}{L} = \frac{1}{C} = w,$$

und demnach, wenn ein Fehler bei dem Einstellen des Fadenkreuzes in die Bildebene d. i. hier in L um dL gemacht wird, ist der Fehler in w:

$$dw = -\frac{b}{L^2} \cdot dL = -w \cdot \frac{dL}{L} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 25)$$

$$\frac{dw}{w} = -\frac{dC}{C} = -\frac{dL}{L} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 25')$$

Ist das Fehlerverhältniss $\frac{dw}{w} = \frac{dC}{C}$ gegeben, so bestimmt sich für die gegebene Brennweite L des Objectives der zulässige Fehler dL; es ist vom Zeichen abgesehen:

$$dC = \frac{dC}{C} \cdot L.$$

Wenn $\frac{dC}{C} = \frac{1}{2000}$ sein soll, und wenn $L = 0{\cdot}250$ m wäre, ist

$$dL = 0{\cdot}125 \text{ mm}.$$

Dieser Werth wird aber, selbst bei geodätischen Instrumenten mit schwacher Vergrösserung, wie meine Untersuchungen[1]) dargethan haben, leicht eingehalten werden können.

Wenn man die drei zur Bestimmung der Constanten des Fadendistanzmessers nach Reichenbach angegebenen Methoden mit einander vergleicht, so kommt man sofort zur Ueberzeugung, dass es am vortheilhaftesten ist, die additionelle Constante c durch directes Messen und die Constante C durch die Messung des mikrometrischen Winkels w zu bestimmen, wie es thatsächlich in den mechanischen Instituten, welche mit vollkommenen Hülfsmitteln ausgestattet sind, geschieht.

Sollten dem ausübenden Ingenieur die Mittel zur Messung des mikrometrischen Winkels w mangeln, so wird er nach der zweiten Methode die Constanten C und c bestimmen. Werden die zur Bestimmung der Constanten C und c nach der einen oder der anderen Methode nöthigen Elemente mit dem hinreichenden Grade von Genauigkeit ermittelt, so werden auch die Endresultate in entsprechender Uebereinstimmung sein; man wird dann auch nicht nöthig haben, für die sich ergebenden Differenzen zu Erklärungsgründen überzugehen, welche mit der Theorie im Widerspruche stehen.

Es sollen die drei Methoden an Zahlenbeispielen erörtert werden.

Zur Ermittelung der Constanten eines Fadendistanzmessers nach Reichenbach am Instrumente No. 3257 wurden für die gemessenen horizontalen Distanzen

$$\triangle = \quad 29{\cdot}999 \text{ m}, \quad 49{\cdot}998 \text{ m}, \quad 60{\cdot}000 \text{ m}, \quad 70{\cdot}000 \text{ m}$$

die folgenden Lattenabschnitte beobachtet:

$$B = \quad 0{\cdot}2978 \text{ m} \quad 0{\cdot}4981 \text{ m} \quad 0{\cdot}5984 \text{ m}, \quad 0{\cdot}6986 \text{ m}^{2)}$$

---

[1]) Tinter: Ueber den Fehler bei dem Einstellen des Fadennetzes in die Bildebene. Sitzungsberichte der K. Akademie der Wissenschaften zu Wien. 1881.

[2]) Diese Lattenabschnitte sind Mittelwerthe, gefolgert aus je 12 Beobachtungen, von welchen

a) Nach der **ersten** Methode hat man:

$$\left.\begin{aligned} 29{\cdot}999 &= 0{\cdot}2978\,C + c \\ 49{\cdot}998 &= 0{\cdot}4981\,C + c \\ 60{\cdot}000 &= 0{\cdot}5984\,C + c \\ 70{\cdot}000 &= 0{\cdot}6986\,C + c \end{aligned}\right\}\ 12')\quad \begin{aligned} &\ldots 1 \\ &\ldots 2 \\ &\ldots 3 \\ &\ldots 4 \end{aligned}$$

Diese Gleichungen sollen auf gewöhnliche Art zur Bestimmung von C und c behandelt werden.

Aus der Combination von

1 und 2 folgt:	$C = 99{\cdot}845$	$c = 0{\cdot}266$
1 und 3 -	99·803	0·278
1 und 4 -	99·802	0·278
2 und 3 -	99·721	0·327
2 und 4 -	99·766	0·303
3 und 4 -	99·800	0·280
Mittel:	$C = 99{\cdot}790 \pm 0{\cdot}017$,	$c = 0{\cdot}289 \pm 0{\cdot}029$.

Es ist daher die Gleichung zur Bestimmung der Distanz auf horizontalem Terrain und bei horizontaler Visirlinie:

$$\triangle = 99{\cdot}79\ B + 0{\cdot}29\ \text{m}$$

Werden die Gleichungen 1) bis 4) nach der Methode der kleinsten Quadrate behandelt, so hat man zur Aufstellung der beiden Normalgleichungen nach 11) die folgenden Coefficienten zu bilden:

$B\triangle =$	$BB =$	$B =$	$\triangle =$	
8·9337	0·088685	0·2978	29·999	
24·9040	0·248104	0·4981	49·998	
35·9040	0·358083	0·5984	60·000	
48·9020	0·488042	0·6986	70·000	
$[B\triangle] = 118{\cdot}6437$,	$[BB] = 1{\cdot}182914$,	$[B] = 2{\cdot}0929$,	$[\triangle] = 209{\cdot}997$,	$[n] = 4{\cdot}000$.

Die Normalgleichungen sind:

$$118{\cdot}6437 = 1{\cdot}182914\,C + 2{\cdot}0929\,c$$
$$209{\cdot}9970 = 2{\cdot}092900\,C + 4{\cdot}0000\,c$$

Man findet hieraus:

$C = 99{\cdot}799$ mit dem Gewichte $P = 0{\cdot}087856$
$c = \ 0{\cdot}282$ - - - - $p = 0{\cdot}297085$.

Die Gleichung zur Bestimmung der Distanz ist:

$$\triangle = 99{\cdot}80\ B + 0{\cdot}28\ \text{m}.$$

Werden die Werthe $C = 99{\cdot}799$ und $c = 0{\cdot}282$ in die Gleichungen $12')_4$ substituirt, so erhält man die übrig bleibenden Fehler

$$v = \ -0{\cdot}003,\ +0{\cdot}006,\ -0{\cdot}002,\ -0{\cdot}002$$

und hiermit $\qquad [vv] = 0{\cdot}000053.$

Mittlerer Fehler **einer** Gleichung, da $n = 4$ ist:

$$E = \pm\,0{\cdot}0052.$$

---

jede immer unter etwas geänderten Verhältnissen angestellt wurde; die Fehler, welche diesen Mittelwerthen noch anhaften, sind bezw. $\pm\,0{\cdot}00011$ m, $\pm\,0{\cdot}00016$ m, $\pm\,0{\cdot}00021$ m, $\pm\,0{\cdot}00021$ m.

Mittlerer Fehler in C: $E_C = \pm \frac{E}{\sqrt{P}} = \pm 0{\cdot}019.$

Mittlerer Fehler in c: $E_c = \pm \frac{E}{\sqrt{p}} = \pm 0{\cdot}010.$

Fehlerverhältniss: $\frac{E_C}{C} = \frac{1}{5250},$

$\frac{E_c}{c} = \frac{1}{28}.$

b) Bei Anwendung der zweiten Methode hat man c durch directe Messung zu bestimmen, d. h. also den Abstand des ersten Brennpunktes des Objectives von der Mitte des Instrumentes.

Es wurde gefunden:

Abstand des zweiten Brennpunktes von der Vorderfläche des Objectives $L_1 = 0{\cdot}2120$
Abstand der Vorderfläche des Objectives von der Mitte des Instrumentes $d_1 = 0{\cdot}1015$

somit $c = 0{\cdot}3135$ m

Fehler in c . . . $dc = \pm 0{\cdot}0007$ m

Substituirt man c in die Gleichungen 12), so gehen dieselben in die folgenden über:

$$\left.\begin{aligned} 29{\cdot}6855 &= 0{\cdot}2978\, C \\ 49{\cdot}6845 &= 0{\cdot}4981\, C \\ 59{\cdot}6865 &= 0{\cdot}5984\, C \\ 69{\cdot}6865 &= 0{\cdot}6986\, C \end{aligned}\right\} \quad 10'')$$

aus denselben erhält man der Reihe nach

$$\begin{aligned} C &= 99{\cdot}683 \\ &\ 99{\cdot}747 \\ &\ 99{\cdot}743 \\ &\ 99{\cdot}737 \\ \text{Mittel} \quad C &= 99{\cdot}728 \pm 0{\cdot}015 \end{aligned}$$

Gleichung zur Bestimmung der Distanz:

$$\Delta = 99{\cdot}73\, B + 0{\cdot}31 \text{ m}$$

Fehlerverhältnisse: $\frac{dC}{C} = \frac{1}{6648},\quad \frac{dc}{c} = \frac{1}{448}.$

c) Dritte Methode. Nachdem das Fernrohr für unendliche Entfernung eingestellt war, wurde dasselbe mit einem Nivellir-Instrumente, das mit einer Messschraube versehen war, collimirt und der Winkel zwischen den beiden äusseren Fäden zehnmal gemessen. Die Winkelgleichung war auf das Sorgfältigste bestimmt worden, so dass die Messungsresultate in das Gradmaass umgesetzt werden konnten. Es ergab sich im Mittel für den mikrometrischen Winkel

$$w = 34'\,28{\cdot}18'' = 2068{\cdot}18'' \pm 0{\cdot}21'',$$

$$C = \frac{1}{2} \operatorname{cotg} \frac{w}{2} = 99{\cdot}731,$$

oder

$$C = \frac{206264{\cdot}8}{2068{\cdot}18} = 99{\cdot}732 \pm 0{\cdot}010.$$

Gleichung zur Bestimmung der Distanz:

$$\Delta = 99{\cdot}73\, B + 0{\cdot}31 \text{ m}.$$

Fehlerverhältniss: $\frac{dC}{C} = \frac{1}{9973}$.

Vergleicht man die aus den Beobachtungsresultaten nach den drei Methoden abgeleiteten Endwerthe, so wird man eine Uebereinstimmung finden, wie selbe aus der Natur derartiger Beobachtungen nicht besser verlangt werden kann; es ist dieses aber auch nur dadurch möglich geworden, dass die Beobachtung der nöthigen Elemente mit grösster Sorgfalt durchgeführt worden ist.

Correction des Abstandes der Distanzfäden für den Fall, dass der Constanten C ein bestimmter Werth zukommen soll.

Wenn der Fadenplatte die in der Fig. 1 bis 5 dargestellte Construction gegeben wurde, welche es ermöglicht, den Abstand der beiden äusseren Horizontalfäden unter sich als auch gegen den mittleren Horizontalfaden zu ändern, so kann man der Constanten C einen bestimmten, für die Bildung des Productes $C.B$ bequemen Werth, etwa 100 oder 200 geben. Es wird dann zur Erreichung dieses Zweckes auf einem horizontalen Terrain, die Distanz $100 + c$ bezüglich $200 + c$ sorgfältig gemessen; über dem einen Endpunkte wird das Instrument centrisch, über dem zweiten Endpunkte wird die Latte vertical aufgestellt.

Die horizontale Visur wird die Theilung der Latte nicht gerade bei einem Centimeterstriche treffen; es wird sich dann empfehlen, durch die Verticalbewegung des Fernrohres die mittlere Visirlinie auf den nächsten Centimeterstrich genau einzustellen; ist die Lesung für die mittlere Visur an der Latte M, so müsste für den Fall, dass der Fadenabstand richtig wäre, bei dem Werthe der Constanten $C = 100$ bezw. 200 die Lesung an dem unteren Faden $M + 0{\cdot}500$ m, an dem oberen Faden $M - 0{\cdot}500$ m sein; ergeben sich andere Lesungen, so ist der Abstand der äusseren Fäden nicht richtig. Durch Anwendung der Schräubchen σ_1 und σ_2 kann der gestellten Forderung, dass für die gewählte Distanz die Constante 100, bezüglich 200, also der Lattenabschnitt $1{\cdot}000$ m sei, Genüge geleistet werden.

Man hat nämlich die Gleichungen:

$$100{\cdot}0 \text{ m} + c = 100\, B + c$$
$$200{\cdot}0 \text{ m} + c = 200\, B + c,$$

also in beiden Fällen: $B = 1{\cdot}000$ m.

Fadendistanzmesser nach Porro.

Bei diesem Distanzmesser sollen die von der Mitte des Instrumentes an gerechneten Entfernungen den beobachteten Lattenabschnitten direct proportional sein; die additionelle Constante c soll gleich Null werden. Zur Erfüllung der Forderung, dass der anallatische Punkt in den Schnittpunkt der optischen Axe mit der durch horizontale Drehaxe des Fernrohres gelegten Verticalebene falle, ist die Einschaltung einer Linse (Collectivlinse) zwischen das Objectiv und das Fadennetz nothwendig, so dass das Objectivsystem nunmehr aus drei Linsen besteht.

Die Horizontalfäden sind in bestimmter aber unveränderlicher Entfernung auf

der Fadenplatte befestigt, während der Abstand zwischen dem Objective und der Collectivlinse geändert werden kann.

In Fig. 6 ist der Schnitt durch ein derartiges Fernrohr dargestellt.

Es ist O das Objectiv, O_1 das Ocular, φ der Diaphragmaring, C die Collectivlinse. Die beiden Röhren r_1 und r, in deren erstere C gefasst ist, sind durch das Mittelstück μ verbunden; r schliesst sich sorgfältig an die Objectivröhre R an und

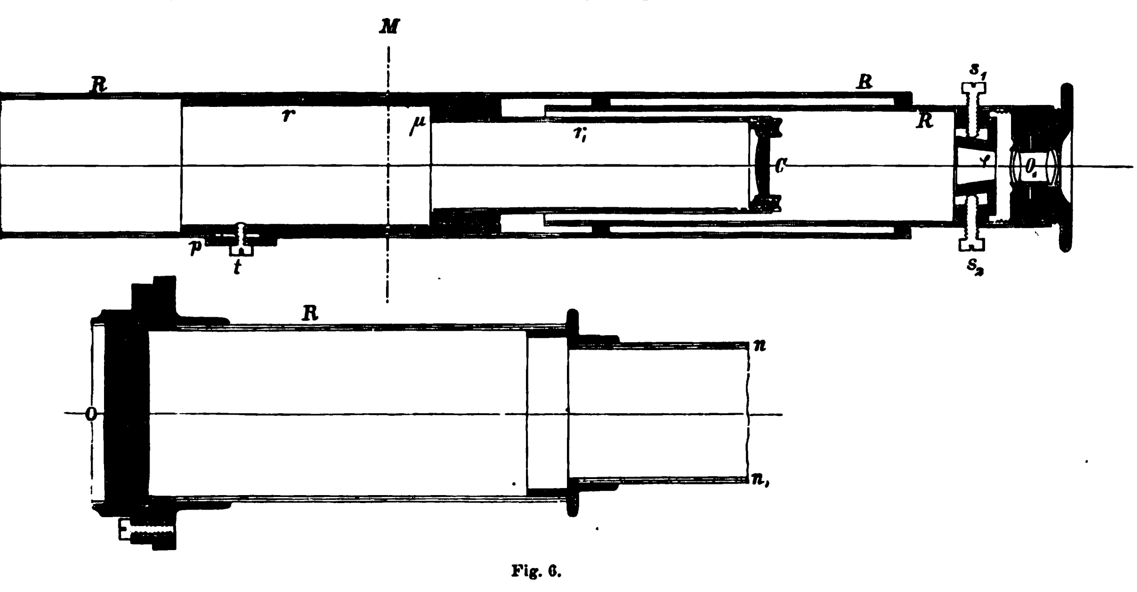


Fig. 6.

kann mit Hülfe des Schräubchens t in dem zur Axe des Rohres parallelen Ausschnitte bewegt und festgehalten werden. Das Plättchen p, an welches sich der Kopf des Schräubchens t anlegt, kann auch dazu dienen, die Verschiebung der Röhre r in R bestimmen zu können.

Führt man die folgenden Bezeichnungen ein:

L Brennweite des Objectives,

L' Brennweite der Collectivlinse,

δ Abstand des zweiten Hauptpunktes des Objectives O von dem ersten Hauptpunkte der Linse C,

b Abstand der beiden zur Distanzmessung verwendeten Fäden,

B der beobachtete Lattenabschnitt,

$\triangle$ die Horizontaldistanz von der Mitte des Instrumentes bis zum Aufstellungspunkte der Latte, so hat man folgende Gleichung[1]):

$$\triangle = \frac{L L'}{(L + L' - \delta)\, b} \cdot B \quad . \; . \; . \; . \quad 26),$$

oder wenn

$$C = \frac{L L'}{(L + L' - \delta)\, b} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \quad 27)$$

gesetzt wird:

$$\triangle = C \,.\, B \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad 26').$$

---

[1]) Ueber die Ableitung dieser Gleichung und anderer damit zusammenhängender Relationen siehe: Tinter, über Starke's Tachymeter, Zeitschrift d. öst. Ing.- und Architecten-Vereins 1873.

Der Bruch $\frac{LL'}{L+L'-\delta}$ ist nichts Anderes als die Brennweite des Objectivsystemes; wird dieselbe mit L_0 bezeichnet, so hat man

$$C = \frac{L_0}{b} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 27')$$

analog dem Werthe wie bei dem Reichenbach'schen Fadendistanzmesser.

Soll der Werth der Constanten $C = 100$ bezw. 200 sein, so würde man dieser Forderung dadurch nachkommen können, dass man δ oder b ändert. Da die beiden äusseren Horizontalfäden fest und in ihrem Abstande dem Werthe der Constanten nahe richtig aufgespannt worden sind, so bleibt zur Correction für die Constante C nur noch die Aenderung in dem Abstande der Collectivlinse gegen das Objectiv übrig.

Wenn man der Constantenbestimmung Distanzmessungen zu Grunde legt, so wird man mit Rücksicht auf den Werth der Constanten so viele Längeneinheiten messen, als die Constante Einheiten enthalten soll, also 100 m bezüglich 200 m.

Wird über dem einen Endpunkte das Instrument centrisch aufgestellt, über dem anderen Endpunkte die Latte vertical gehalten, so muss sich bei horizontaler Visur die Differenz der Lesungen an den beiden Fäden genau als eine Längeneinheit, 1 m, ergeben. Ist der beobachtete Lattenabschnitt grösser oder kleiner als 1 m, so ist der Werth der Constanten C kleiner oder grösser als der verlangte Werth, d. h. δ ist zu gross, bezw. zu klein. Das Schräubchen t wird ein wenig gelüftet und die Röhre r im entsprechenden Sinne in der Röhre R verschoben, bis die Forderung erfüllt ist.

Das Maass dieser Verschiebung kann berechnet werden wie folgt:

Differenzirt man Gleichung 27) nach C und δ, so kommt:

$$d\delta = \frac{b\,(L+L'-\delta)^2}{LL'} \cdot dC = \frac{dC}{C}\,(L+L'-\delta) \quad . \quad . \quad . \quad 28)$$

Für ein Instrument, dessen Constante $C = 200$ sein soll, wurde bei $\triangle = 200$ m gefunden

$$B = 0{\cdot}9970, \qquad \text{es ist also} \qquad C = 200{\cdot}60, \quad dC = 0{\cdot}60$$

und da $L = 345$ mm, $L' = 126$ mm, $\delta = 237$ mm ist,

$$\text{hat man } d\delta = \frac{6}{2000} \cdot 234 = 0{\cdot}70 \text{ mm.}$$

Wenn man zur Untersuchung über den Werth der Constanten den mikrometrischen Winkel w misst, so muss derselbe der Bedingung, dass

$$C = \frac{206264{\cdot}8}{w''} = 100 \text{ oder } 200 \text{ werde, entsprechen,}$$

d. h. für $C = 100$ müsste $w = 34'\ 22{\cdot}65''$

„ $C = 200$ „ $w = 17'\ 11{\cdot}32''$ sein.

Ist dw der Fehler im mikrometrischen Winkel, so ist der entsprechende Fehler in der Constanten

$$dC = \frac{206264{\cdot}8}{w^2} \cdot dw$$

und zwar ist C zu gross oder zu klein, wenn w kleiner oder grösser als der angesetzte Werth erhalten worden ist.

Mit dC ergiebt sich aber leicht $d\delta$, die nöthige Aenderung in dem Abstande der Collectivlinse von dem Objective.

Bei der Ableitung der Gleichungen für den Fadendistanzmesser wird entweder ausdrücklich oder stillschweigend die Voraussetzung gemacht, dass die beiden äusseren bei der Distanzmessung gewöhnlich verwendeten Fäden gleichen Abstand vom Mittelfaden haben; von Seite der mechanischen Institute wird für ein Instrument auch nur immer die Constante, welche den beiden äusseren Fäden entspricht, bestimmt.

Der ausübende Ingenieur kommt aber häufig in die Lage, die Latte an dem einen oder dem anderen der seitlichen Horizontalfäden nicht lesen zu können, so dass er dann den Lattenabschnitt nur für einen der seitlichen Horizontalfäden und den Mittelfaden bestimmen kann. Zur Ermittlung der Distanz ist sonach der Werth der Constanten, wie er dem Abstande des oberen oder des unteren Horizontalfadens vom Mittelfaden entspricht, nothwendig. Ist b_o der Abstand des oberen, b_u der Abstand des unteren Horizontalfadens vom Mittelfaden, L die Brennweite des Objectives, so hat man nach Gleichung 2)

$$C_o = \frac{L}{b_o} \text{ und } C_u = \frac{L}{b_u},$$

oder wenn die mikrometrischen Winkel mit w_o bezüglich mit w_u bezeichnet werden, auch:

$$C_o = \frac{206264 \cdot 8}{w_o''}, \qquad C_u = \frac{206264 \cdot 8}{w_u''} \quad . \; . \; . \; . \; . \quad 29)$$

Die früher angegebenen Methoden zur Bestimmung der Constanten C könnten nun auch für C_o und C_u angewendet werden und der Ingenieur, welcher mit richtigem Verständnisse die geodätischen Operationen ausführt, wird sich auch ausser der Constanten C noch jene C_o und C_u bestimmen. Es kommt in der Praxis nicht selten vor, dass C_o und C_u nicht direct ermittelt, sondern dass, unter Voraussetzung gleichen Abstandes der beiden äusseren Horizontalfäden vom Mittelfaden, der mikrometrische Winkel $w_o = w_u = {}^1\!/_2\, w$, somit $C_u = C_o = 2 \cdot C$ angenommen wird.

Wäre $\quad b_u = b_o = {}^1\!/_2\, b, \quad$ so ist auch $\quad w_o = w_u = {}^1\!/_2\, w,$

demnach
$$C_u = C_o = \frac{206264 \cdot 8}{\frac{w''}{2}} = 2 \cdot \frac{206264 \cdot 8}{w''} = 2 \cdot C.$$

Dass aber diese Annahme $b_u = b_o = b/_2$ bei Instrumenten, in denen die Fäden auf dem Diaphragma in unveränderlicher Entfernung aufgespannt sind, nicht zutreffen kann, selbst dann nicht, wenn die Stellen für die Fäden durch schwache Risse so genau als möglich vorgezeichnet wären, ergiebt sich schon aus der durch Gleichung 8) ausgesprochenen Abhängigkeit zwischen dC und db.

Um zu zeigen, wie weit diese Abweichungen an ausgeführten Instrumenten gehen können, habe ich an mehreren derselben die Constantenbestimmung von C_o, C_u und C durchgeführt; in der folgenden Tabelle sind die Daten übersichtlich zusammengestellt.

Bezeichnung des Instruments.	w_o	w_u	C_o	C_u	$C_o - C_u$	$2C$
2077	17′ 38″·08	17′ 11″·95	194·94	199·88	— 4·94	197·40
3257	17 2·17	17 25·90	201·79	197·21	+ 4·58	199·46
† 3406	8 19·67	8 46·05	412·80	392·11	+ 20·69	402·26
* Ertel-Krenter	17 1·39	17 19·15	201·95	198·49	+ 3·46	200·18
* Wagner-Starke	17 10·51	17 13·19	200·16	199·64	+ 0·52	199·82

† Construction nach Fig. 6.
* Instrumente mit der in Fig. 1 u. 2, 3 u. 4 dargestellten Construction.

Wie man sieht, können die Werthe C_o und C_u, wie sie wirklich Statt haben, von dem Werthe 2 C, den man hiefür annimmt, um mehrere Einheiten abweichen, wodurch die Genauigkeit der Distanzmessung, selbst wenn der Lattenabschnitt mit hinreichender Sicherheit bestimmt worden wäre, eine bedeutende Einbusse erleidet, das Resultat sogar unbrauchbar werden kann.

Jedenfalls dürfte es sich empfehlen, dass die mechanischen Institute bei der Ablieferung der mit Fadendistanzmesser versehenen Instrumente die Constante C nicht bloss für die äusseren Fäden, sondern auch für die Verbindung des mittleren mit jedem der äusseren Fäden und bei umlegbarem oder durchschlagbarem Fernrohre auch für eine bestimmte Lage desselben angeben.

Ein neues verbessertes Maximum- und Minimum-Thermometer.

Von
Professor Dr. E. Ebermayer in München.

Wie schwierig es ist, ein in jeder Beziehung befriedigendes Maximum- und Minimum-Thermometer zu construiren, geht schon aus dem Umstande hervor, dass es trotz der grossen Zahl verschiedener Instrumente dieser Art bis jetzt noch keines giebt,[1]) welches allen Anforderungen vollständig entspricht. Jeder Fortschritt auf diesem Gebiete ist daher mit Freuden zu begrüssen.

Die Mängel und Unvollkommenheiten der gegenwärtig in Deutschland wohl am meisten verbreiteten Maximum-Thermometer nach dem Principe von Negretti oder nach dem von Walferdin construirt, sind jedem bekannt, der sich mit meteorologischen Beobachtungen beschäftigt.

Bei den Instrumenten der ersten Art ist die Thermometerröhre unmittelbar oberhalb der Quecksilberkugel verengt und an dieser Stelle entweder ein Glassplitterchen mittels des Löthrohrs eingeschmolzen oder ein sehr dünnes kurzes Glasstäbchen eingeschoben, welches dem Quecksilber gestattet, bei zunehmender Temperatur sich ungehindert nach vorwärts zu bewegen, bei eintretender Abkühlung aber dem Quecksilber den Rückweg verschliesst, sodass in Folge dessen an dieser Stelle ein Abreissen des Quecksilberfadens eintritt. Der abgerissene Quecksilberfaden bleibt bei waagrechter Lage des Instruments an der Stelle liegen, an welcher er sich zur Zeit der höchsten Temperatur befunden hat, und es giebt mithin das äusserste

[1]) Vergleiche jedoch diese Zeitschrift 1882, Heft I. S. 28.

Ende des Quecksilberfadens die höchste Temperatur an, welche seit der letzten Beobachtung eingetreten ist.

Bei den nach dem Principe von Walferdin construirten Maximum-Thermometern ist ein Theil des vorderen Quecksilberfadens (der Index) durch eine kleine Luftblase von der übrigen Quecksilbersäule getrennt.

Die Mängel dieser beiden Instrumente bestehen hauptsächlich darin, dass sie die wirkliche höchste Temperatur nur dann angeben, wenn sie in vollkommen oder nahezu horizontaler Lage aufgehängt sind. Sind sie nur wenig mit der Kugel nach oben geneigt, so bewegt sich der abgerissene Quecksilberfaden vermöge seiner Schwere von selbst nach vorwärts und es wird alsdann eine zu hohe Temperatur als Maximum abgelesen[1]). Derselbe Fehler kann eintreten, wenn die Instrumente durch Windstösse oder auf andere Weise starke Erschütterungen erleiden. Sie müssen daher vor Schwankungen gut geschützt werden.

Ein zweiter Uebelstand dieser Instrumente liegt in der schwierigen Einstellung, um sie zu einer neuen Beobachtung vorzubereiten. Zu diesem Zwecke bringt man die Instrumente in nahezu senkrechte Lage und versucht durch einige leichte Stösse auf die hohle Hand oder durch Schwingen den getrennten Quecksilberfaden so viel als möglich der übrigen Quecksilbermasse zu nähern. Sind die Instrumente für die folgende Beobachtung eingestellt, so müssen sie wieder mit grosser Vorsicht an ihrer alten Stelle befestigt werden.

Eine grosse Schattenseite der Maximum-Thermometer mit eingeschlossenem Luftbläschen liegt endlich noch in der Schwierigkeit ihrer Versendung, da sie beim Transporte leicht in Unordnung gerathen.

Als Minimum-Thermometer wird fast allgemein das Rutherford'sche Weingeist-Thermometer benutzt, in dessen Röhre ein kurzes mit zwei Knöpfchen versehenes Glasstäbchen eingeschlossen ist, das im Weingeist schwimmt.

Auch dieses Instrument geräth nicht nur beim Transport, sondern häufig auch während der Beobachtung in Unordnung. Enthält es Luft, so theilt sich die Weingeistsäule nicht selten in einzelne abgerissene Stücke. Um den Weingeist wieder zu vereinigen, ertheilt man in solchen Fällen dem in verticaler Lage (mit der Kugel nach unten) gehaltenen Thermometer einige leichte Stösse oder schwingt es sehr kräftig.

Ein fernerer Uebelstand liegt darin, dass die über dem Alkoholfaden sich bildenden Dämpfe sich leicht condensiren und als Tröpfchen an der Spitze der Thermometerröhre ansammeln. Bei weiten Röhren genügt es in solchem Falle das Instrument eine Zeit lang senkrecht, mit der Kugel nach abwärts, zu stellen, um ein Herabfliessen des Weingeistes zu bewirken.

Um allen diesen verschiedenen Uebelständen und Mängeln abzuhelfen, haben die Mechaniker C. Greiner & Comp. in München (Keufingerstrasse 17) ein neues Maximum- und Minimum-Thermometer construirt und sich patentiren lassen. Das Maximum-Thermomter ist mit Quecksilber gefüllt und hat ein flaches cylindrisches Gefäss. Als Index dient ein Stahlstiftchen, das in einem dünnen, an beiden Enden

[1]) Bei Walferdin'schen Thermometern, die aus guten Werkstätten stammten, ist uns der oben angeregte Uebelstand nur äusserst selten entgegengetreten. Weit häufiger noch constatirten wir gelegentliche Veränderungen der Menge der zwischen Index und Hauptquecksilberfaden eingeschlossenen Luft. D. Red.



zugeschmolzenen Glasröhrchen eingeschlossen ist. Zwischen Index und dem Quecksilberfaden ist noch ein kurzes Glasstiftchen eingeschaltet und zwar auf das Quecksilber aufgesetzt, um die Adhäsion des letzteren am Index zu verhüten. Aehnlich wie beim Six'schen Maximum- und Minimum-Thermometer sind an dem Stahlstifte äusserst feine Glasfäden (keine Borsten oder Haare) befestigt, welche wie elastische Federn wirken und ein Herabgleiten des Stiftes in der verticalen Röhre verhindern. Bei zunehmender Temperatur wird der Index nach aufwärts geschoben. Durch die Federkraft der dünnen Glasfäden wird der Index an der höchsten erreichten Stelle festgehalten, und die Lage des unteren Endes des Stiftes zeigt somit das Maximum der Temperatur an. Um das Instrument für eine neue Beobachtung einstellen zu können, wird dem Thermometer ein kleiner Hufeisenmagnet beigegeben. Derselbe nimmt bei langsamem und vorsichtigem Herabstreichen an der Seite der Thermometerröhre den Stahlstift mit, bis dieser mit dem auf der Quecksilberoberfläche aufsitzenden Glasstäbchen in Berührung ist. Ein Eintauchen des Stiftes oder des kurzen Glasstäbchens in das Quecksilber muss unter allen Umständen vermieden werden, kommt auch, wie die Erfahrung lehrt, bei sorgsamer Behandlung des Instrumentes nicht vor.

Als besondere Vorzüge dieses Maximum-Thermometers vor den vorher beschriebenen Instrumenten ist hervorzuheben, dass jenes wie jedes gewöhnliche Thermometer vertical hängt und auf höchst einfache und sehr genaue Weise neu eingestellt werden kann. Bei sorgfältiger Anfertigung stimmen auch seine Angaben mit denen eines guten Quecksilberthermometers vollkommen überein. Mässige Erschütterungen verändern seine Angaben nicht und selbst beim Transport geräth es nicht in Unordnung, wenn vor der Versendung der Index mittels des Hufeisenmagnets bis zu einem Abstand von 1 oder 2 cm vom oberen Rohrende hinaufgeschoben und das Instrument beim Transport so befestigt wird, dass sein oberes Ende höher zu liegen kommt als das untere.

Vor dem Six'schen Maximum-Thermometer hat das Greiner'sche den beachtenswerthen Vorzug, dass sein Gang auf der Ausdehnung des Quecksilbers beruht und diese viel gleichmässiger ist, als die Ausdehnung des Weingeistes, womit das Six'sche Instrument gefüllt ist. Ein Vortheil ist es auch, dass das Greiner'sche Thermometer für sich allein, ohne Verbindung mit einem Minimum-Thermometer benuzt werden kann.

Das von C. Greiner & Comp. construirte Minimum-Thermometer unterscheidet sich vom Rutherford'schen dadurch, dass es nicht horizontal, sondern, wie das Maximum-Thermometer vertical befestigt ist und dass der im Weingeist schwimmende Index auch aus einem mit feinen elastischen Glasfäden versehenen Stahlstifte besteht, der in ein dünnes Glasröhrchen eingeschmolzen ist. Bei Temperatur-Abnahme wird der Index durch Adhäsion vom zurückgehenden Weingeist bis zum Temperatur-Minimum mitgenommen, wo er dann stehen bleibt, wenn bei eintretender Temperatur-Zunahme wieder ein Steigen der Weingeistsäule stattfindet. Das Einstellen des Instruments nach geschehener Beobachtung geschieht mittels des kleinen Hufeisenmagnetes, indem der Index langsam bis zum Ende der Weingeistsäule hinaufgeführt wird. Man braucht also das Instrument zum Zwecke der Neueinstellung nicht aus dem Gehäuse herauszunehmen.

Beide Instrumente, sowohl das Greiner'sche Maximum-, wie sein Minimum-



Thermometer verwende ich schon seit mehreren Monaten bei den forstlich-meteorologischen Stationen Bayerns und kann bestätigen, dass sie sich bis jetzt durchaus bewährt haben. Ihr Preis beläuft sich für jedes einzelne Thermometer auf 8 Mark.

Bei dieser Gelegenheit möchte ich nicht unterlassen eine Beobachtung mitzutheilen, welche die Einwirkung des Luftdruckes auf die Angaben der Thermometer betrifft. Bei der Grösse des plattgedrückten cylindrischen Quecksilbergefässes des Maximum-Thermometers (etwa 5 bis 6 cm lang und 2 cm breit) sind die dünnen Glaswände des Gefässes so elastisch und biegsam, dass das Quecksilber im Capillarrohr bei hohem Luftdruck bis um 0,8" höher steht, als bei niedrigem Barometerstand. Der Einfluss des Luftdruckes wird bei kleineren Gefässen natürlich geringer. Da auch Bodenthermometern in der Regel grosse cylindrische Quecksilbergefässe gegeben zu werden pflegen, so dürfte auch bei ihnen der Einfluss des Luftdruckes auf ihre Angaben mit in Betracht zu ziehen sein.

München, im Januar 1882.

Ueber die Construction der Indices bei Maximum- und Minimum-Thermometern.

(Bemerkung zu vorstehendem Aufsatz.)

Von

Dr. L. Loewenherz in Berlin.

Der vorstehende Aufsatz, dessen ausführliche Erörterungen über die Fehler der in Deutschland am meisten verbreiteten Maximum- und Minimum-Thermometer allen Betheiligten hochwillkommen sein dürften, giebt mir Gelegenheit, eine von mehreren befreundeten Thermometerfabrikanten an mich ergangene Anfrage hier zur Erörterung zu bringen, da ihr Gegenstand, wie ich glaube, für alle Erfinder und Verfertiger von wissenschaftlichen Instrumenten von allgemeinerem Interesse ist.

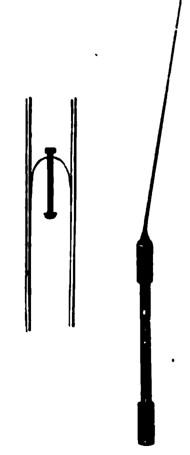
Unter No. 15490 ist nämlich vom 22. Decbr. 1880 ab Herrn Robert Beer in Saalfeld a. d. Saale ein Deutsches Reichspatent ertheilt worden für ein „Maximal-Thermometer mit feststehender Marke“, wobei der Patentanspruch lautet: „Ein Maximal-Thermometer, bei welchem die Temperatur durch Einwirken auf eine Quecksilbersäule bestimmt wird, welche beim Steigen der Temperatur eine in eine Glashülse eingeschlossene Stahlmarke in die Höhe treibt, die vermittels angebrachter Federkraft auf dem höchsten Wärmegrade, den die zu prüfende Flüssigkeit etc. erreichte, fest stehen bleibt und in ihrer Lage nur durch Magnet oder höher steigende Temperatur verändert werden kann.“

Diese Patentertheilung hat in betheiligten Kreisen manche Unruhe erregt, man konnte nicht klar werden über die Bedeutung dieses Patentanspruchs, indem unter anderen die seit nunmehr 100 Jahren im allgemeinen Gebrauch befindlichen Six'schen Thermometrographen den sämmtlichen in obigem Patentanspruch zusammengefassten Bedingungen genau entsprechen, und zudem auch die näheren Ausführungen der Patentschrift nicht geeignet sind, ohne Weiteres erkennbar zu machen, was an der Beer-schen Construction neu ist. Den Vorzug derselben findet die Patentschrift nämlich



darin, „dass die Marke (Fig. 1), nachdem solche bei steigender Temperatur durch die Quecksilbersäule in die Höhe getrieben wurde, fest stehen bleibt und von selbst nicht wieder fällt, sondern nur vermittels eines starken Magneten hinauf- oder hinunterbewegt werden kann.“ Ausserdem heisst es nur noch: „das Wesentliche, was das Feststehen der Marke veranlasst, ist eine Federkraft, die durch Befestigung eines feinen Haares oder Fädchens von Kautschuk bewirkt wird.“

Hiernach möchte es in der That scheinen, als ob das Beer'sche Patent sich auf die Einrichtung dieser Marke beziehen soll, während doch dieselbe — wenn auch vielleicht nicht seit 100, so doch jedenfalls seit mehr als 60 Jahren — genau in der dort angegebenen Construction bekannt ist und sogar, in Deutschland wie anderwärts, in ganz allgemeinem Gebrauch sich befindet. Im Interesse der betheiligten Mechaniker will ich einige Beläge dafür, dass dies der Fall ist, hier zusammenstellen.


Fig. 1. Fig. 2.

Der älteste Thermometrograph, der sich auf die Dauer als brauchbar erwiesen hat, ist der von Six construirte und noch heute — insbesondere in England — wohl am meisten gebräuchliche. Seine Construction wurde vor gerade 100 Jahren, am 28. Febr. 1782, der Royal Society mitgetheilt (Phil. Trans. Vol. LXXII Tab. III. S. 80). Dies Instrument enthielt, bereits in seiner ersten Gestalt, einen „feststehenden“ Index, der in Fig. 2 nach der Originalquelle in vergrössertem Maassstabe reproducirt ist und der dort etwa folgendermaassen beschrieben wird: „Eine 3/4 Zoll (19 mm) lange, an beiden Enden geschlossene Glasröhre schliesst ein Stück Stahldrath von nahezu derselben Länge ein. An jedem Ende ist ein kurzes Ende einer Röhre aus schwarzem Glas befestigt, dessen Durchmesser so gewählt wird, dass es sich in der Capillare frei auf und nieder bewegen kann. Vom oberen Ende des Indexkörpers ist eine Glasfeder von etwa 5/7 Zoll (18 mm) Länge bis zur Feinheit eines Haares ausgezogen; sie drückt, etwas schief gestellt, leicht gegen die innere Fläche der Capillare und hindert den Index, beim Fallen des Quecksilbers, diesem zu folgen.“

Die Herstellung solcher Glasfedern ist indessen schwierig, und dies war wohl der Grund, weshalb man vielfach ihre Gestalt zu verändern suchte. In Gehler's Physikalischem Wörterbuch, Bd. IX. Abth. II. S. 969 (1839) wird, wie es scheint, nach Quellen, die aus dem Ende des vorigen Jahrhunderts stammen, ein Index für Six'sche Instrumente angegeben, welcher statt der langgezogenen Glasfeder zwei sehr feine federnde Glasfädchen zeigt, die sonst so angeordnet sind, wie die Haarfedern in Fig. 1. Der Ersatz der Glasfäden durch ein um den Index umgeknüpftes oder daran angeklebtes Haar (entfettetes Menschen- oder Thierhaar) scheint im Anfang dieses Jahrhunderts ersonnen worden zu sein; wer das Haar zuerst angewandt hat, habe ich zwar nicht auffinden können, doch muss seine Verwendung um die Zeit von 1820 schon ganz gebräuchlich gewesen sein, da Lenz, der um diese Zeit Beobachtungen über Meerestemperaturen anstellte, für diesen Zweck die Six'schen Thermometer verwirft, weil die den Index festhaltenden „Haare leicht ihre Elasticität, mindestens zum Theil verlieren“ (Mém. de Petersbourg VI. Sér. T. I. S. 237 und Gehler's Wörterbuch Bd. VI. S. 1671). Tomlinson beschreibt in „Cyclopaedia of useful arts“ bei den Six-Thermometern der Londoner Weltausstellung von 1851

zwei verschiedene Constructionen der Indices und theilt ausdrücklich mit, dass „a spring of glass or bristle is attached", eine Glas- oder Borsten-Feder daran befestigt ist.

In den letzten Jahren werden jedenfalls sowohl in England als auch in Deutschland bei den Indices von Six'schen Thermometrographen fast ausschliesslich federnde Haare angewandt. In Frankreich scheinen dagegen die Glasfedern für derartige feststehende Indices noch viel Verwendung zu finden; bei einem ursprünglich in Frankreich, in neuerer Zeit indessen auch in Berlin angefertigten, vertical gebrauchten Minimumthermometer, das mit Alkohol gefüllt ist, wird der Index durch einen Glasstift mit Knöpfchen an beiden Enden gebildet, und die von dem unteren Ende ausgehende Glasfeder ist nach oben umgebogen, so dass sie nicht, wie in Fig. 2, eine Fortsetzung des Stiftes bildet, sondern mit diesem in gleicher Höhe liegt. Nach Beendigung einer Temperaturbestimmung wird hier das Zurückführen des Index durch Umkehren des Thermometers und durch Hülfe eines sog. Glashammers bewirkt, eines schweren Glasstabes, der bei normaler Stellung des Thermometers im Gefäss ruht, aber beim Umkehren durch sein Gewicht auf den Index auffällt und diesen bis zum Ende des Alkoholfadens fortschiebt.

Das eben beschriebene Thermometer beweist zugleich, dass feststehende Indices nicht blos bei Six'schen Thermometrographen, die mit zwei Flüssigkeiten gefüllt sind, sondern auch bei Instrumenten mit einer einzigen Flüssigkeit schon vor Bekanntwerden der Beer'schen Construction Verwendung gefunden haben. Dass man indessen ein nur mit Quecksilber gefülltes Thermometer mit einem feststehenden Index versehen und, vertical aufgestellt, verwendet hat, dies dürfte, soweit meine Kenntniss reicht, in der That vor Beer wohl noch nicht geschehen sein.

Auffallend ist übrigens, dass Beer die von J. G. Greiner jun. in Berlin etwa in den 40er Jahren bei Maximumthermometern Rutherford'scher Construction (horizontal liegenden) eingeführte Verbesserung, dass nämlich ein kleiner Glasstift in das Ende der Quecksilbersäule eingelegt wird, um das Eintauchen des Index in das Quecksilber zu verhüten, nicht auch bei seinem vertical stehenden Thermometer benutzt, was Herr Carl Greiner in München sehr wohl thut.

Bei dem für letztgenannten Fabrikanten unter Nr. 17122 vom 27. April 1881 ab patentirten Thermometer hat der Index, wie Herr Prof. Ebermayer erwähnt und auch der Patentschrift-Auszug erweist, die von Six angegebene Construction (Fig. 2). Der Patentanspruch ist aus dem Auszug nicht zu ersehen; nach diesem würde die wirkliche Neuerung bei C. Greiner's Construction, wenn nicht etwa in den plattgedrückten Kugeln der beiden Thermometer, nur darin bestehen, dass in dem Beer'schen Maximumthermometer der Index mit Haarfederung durch den älteren Six'schen Index mit langer Glasfeder ersetzt ist. Wiewohl auch mir die Greiner'sche Anordnung als sehr zweckmässig erscheint, so dürfte diese einzige aus den Auszügen des Patentblattes ersichtliche Neuerung doch wohl nicht genügt haben, um die Ertheilung eines Patentes zu begründen. Ich vermuthe daher, dass die mir nicht vorliegende Patentschrift noch einen anderen Patentanspruch aufweist.

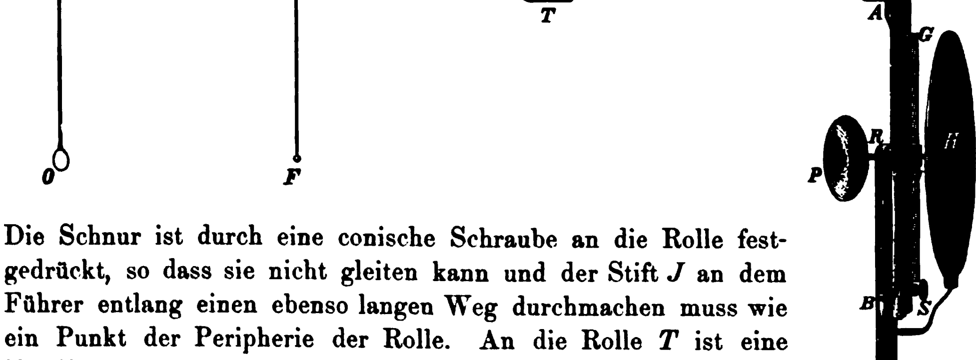


Ein selbst registrirendes Perimeter.

Von

Dr. M. Blix in Upsala.

Der Standort des in beistehender Figur abgebildeten Instrumentes ist die Rückenlehne eines soliden Sessels, an dessen Lehne es mittels der Hülse *K* durch Holzschrauben festgeschraubt wird. In die Hülse wird der Stahlbalken *B* eingeschoben und in passender Höhe mit Hülfe einer Schraube fixirt; das obere Ende des Balkens *B* trägt die eingeschraubte Pelote *P*, an welche der im Sessel sitzende zu Untersuchende seinen Nacken zu lehnen hat. Der rechtwinkelig gebogene Arm *A* ist um die horizontale Axe *R* am oberen Ende des Balkens *B* drehbar; an seinem horizontalen Ende sitzt eine Rolle *T*, die sich um eine verticale Axe drehen kann. Um diese Rolle geht eine Schnur ohne Ende, die bei der Umbiegung des Armes *A* über zwei kleine Rollen geführt wird und unten um die Rolle *S* herumläuft, und in welche eine Hülse eingeschaltet ist, die auf dem Führer *G* gleiten kann. Die Rolle *S*, durch welche die Schnur gespannt wird, ist durch eine Schraube in einer Rinne befestigt, die sich am unteren Ende des Armes *A* befindet und in welcher sie beliebig verstellt werden kann. An der Hülse sitzt ein gespitzter Stahlstift *J*.



Die Schnur ist durch eine conische Schraube an die Rolle festgedrückt, so dass sie nicht gleiten kann und der Stift *J* an dem Führer entlang einen ebenso langen Weg durchmachen muss wie ein Punkt der Peripherie der Rolle. An die Rolle *T* ist eine Handhabe befestigt, die nach vorn durch ein geschwärztes Messingrohr verlängert ist. In dieses wird ein abwärts gebogener, gleichfalls geschwärzter Stahl oder Messingdraht eingesteckt, an dessen Spitze das Prüfungsobject *O* sitzt, das somit in kleineren oder grösseren Kreisen geführt werden kann, je nachdem der Draht mehr oder weniger tief in das Messingrohr hineingesteckt ist. Die Schnur muss so angebracht sein, dass der Stift *J* in der Verlängerung der Axe *R* liegt, wenn das Prüfungsobject sich gegenüber dem Fixationspunkt befindet.

Die Pelote *P* wird so weit hervorgeschraubt, und der Kopf wird so gedreht, dass das Auge mitten unter die Rolle *T* zu stehen kommt. Das Auge wird also ein wenig nach aussen gedreht, so dass die Nase nicht wesentlich das Sehfeld beeinträchtigt. Bei der Einstellung ist von besonderer Wichtigkeit, dass das Auge in die zum Instrumente passende Höhe gebracht wird. Die Rotationsaxe *R* des Armes *A* soll in der Blicklinie des Auges liegen, d. h. sie soll mit dem Auge und dem Fixationspunkt in einer Geraden liegen.

Beim Drehen der Rolle *T* beschreibt also das Prüfungsobject einen Kreisbogen

mit dem Auge als Mittelpunkt, welcher Kreis durch den Fixationspunkt geht. Steht der Arm *A* in der auf der Figur sichtbaren Stellung, so ist dieser Kreisbogen ein horizontaler und liegt in der horizontalen Meridianebene des Auges. Durch successive Umdrehungen des Armes *A* um die Axe *R* kann man dann das Prüfungsobject nach einander in allen Meridianebenen des Auges bewegen.

Eine dünne runde Holzscheibe (*H*) ist mittels eines federnden Zwischenstücks mit dem Balken *B* so vereinigt, dass sie senkrecht gegen die Axe *R* steht. Die Rückseite dieser Scheibe ist graduirt, so dass man mit ihrer Hülfe die Neigungen des Armes *A* ablesen kann. An der Vorderseite derselben Scheibe wird ein Stück Papier oder ein Perimeterschema mit einem Heftstift befestigt. An diesem Papier kann man die jedesmalige Stellung des Prüfungsobjectes dadurch bezeichnen, dass man es mit der Scheibe *H* gegen den Stift *J* andrückt. Will man z. B. die Grenzen des Gesichtsfeldes bestimmen, so nähert man das Prüfungsobject von der Peripherie her der Augenaxe, bis der Untersuchte angiebt, dass er das Object gewahr wird, drückt dann die Scheibe mit dem Papier gegen den Stift *J* und wiederholt dies an verschiedenen Stellen des Umfanges. Verbindet man die von dem Stifte an das Papier gemachten Marken, so bekommt man ein Bild des Gesichtsfeldes. Man kann dieses Bild in jeder beliebigen Vergrösserung verzeichnen; der Maassstab wird lediglich vom Umfange der Rolle *T* bedingt. Um sie für das Journal des Arztes passend zu erhalten, wird für die Rolle ein Umfang von 18 cm vorgeschlagen. In diesem Falle entspricht einer Bewegung des Stiftes von einem Millimeter zwei Grad des Gesichtsfeldes, in meridionaler Richtung gerechnet. Soll die Rolle für die Schemata, die der Arzt vorräthig hat, passen, so muss sie durch eine andere von der richtigen Grösse ersetzt werden. Doch ist zu bemerken, dass auch die Grösse der Scheibe *H* nach der Grösse der Rolle oder des Schemas geregelt werden muss, und dass man die Präcision durch die Verkleinerung der Rolle innerhalb gewisser Grenzen nicht beeinträchtigt.

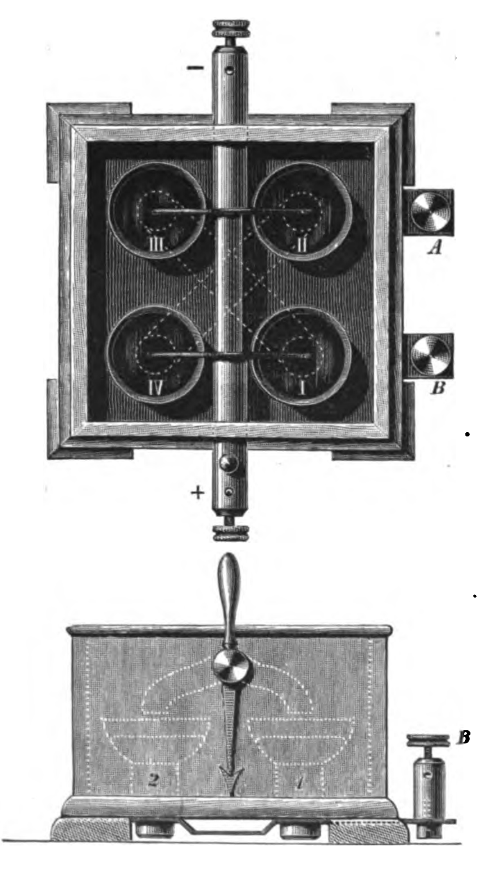
Als Fixationszeichen wird ein passender Gegenstand angewandt, der an die richtige Stelle vor dem zu Untersuchenden genau placirt wird. Gilt es besonders feinen Untersuchungen, wo es darauf ankommt, dass das Auge während der ganzen Untersuchung dieselbe Lage und Richtung exact beibehält, und hat man es mit intelligenten Personen mit genügender Sehschärfe zu thun, so wird an Stelle von *F* ein kleiner Planspiegel in Anwendung gebracht. Er muss vor der Anwendung so eingestellt werden, dass er genau senkrecht gegen die Richtung der Axe *R* steht, die ihn in der Mitte trifft. Der Spiegel ist ausserdem so angebracht, dass er sich gerade in der Mitte zwischen dem Auge und dem Prüfungsobjecte *O* befindet. Wenn sich das Auge in seiner richtigen Stellung befindet, so sieht es im Spiegel sein eigenes Bild, das als Fixationszeichen dient. So lange die Pupille in der Mitte des Spiegels sichtbar ist und der Nacken an der Pelote *P* anliegt, ist die richtige und unveränderte Stellung des Auges völlig gesichert.

Der kleine Apparat vereinigt mit anderen praktischen Vorzügen auch den, dass er sehr wohlfeil ist. Er kostet sorgfältig gearbeitet nur 50 (schwed.) Kronen.

Ein verbesserter Commutator.

Von
Mech. R. Kleemann in Halle a. d. S.

Um bei elektrischen Arbeiten einen sicheren, bequemen und lange wirksamen Stromschluss zur Hand zu haben, hat der Director des hiesigen physikalischen Laboratoriums, Herr Prof. Dr. Oberbeck, einen äusserst compendiösen und zweckmässig angeordneten Commutator mit Quecksilbernäpfen construirt und mir dessen Ausführung übertragen. Bekanntlich leiden die üblichen Commutatoren an allerlei unliebsamen Uebelständen, welche sehr häufig Störungen beim Experimentiren im Gefolge haben. Hat man Commutatoren, welche den Stromschluss durch Metalllamellen bewirken, so tritt der Uebelstand ein, dass die Berührungsstellen beim Oeffnen und Schliessen leicht verbrennen oder, zumal in feuchten Räumen und beim Arbeiten mit Säuren, oxydiren und dadurch unbrauchbar werden. Hat man dagegen Commutatoren mit Quecksilberschluss, so stellen sich trotz der Vorzüglichkeit des Schliessungsmittels in Folge Verbrennens der auf dem Quecksilber sich ablagernden Staub- bezw. Schmutztheilchen ähnliche Uebelstände ein. Es bildet sich eine Kruste verbrannten Schmutzes, welche auch bald die Wippe überzieht, den Stromschluss mit Sicherheit und in voller Stärke nicht mehr zulässt und erfahrungsmässig viel störender wirkt, als das sich eventuell bildende Kupferamalgam. Diesem Uebelstande ist nun durch Herrn Prof. Oberbeck, welcher ebenfalls Quecksilber als Schliessungsmittel anwendet, in einfachster Weise dadurch begegnet, dass Näpfe und Wippe in einem allseitig gut geschlossenen Kästchen gelagert und so vor Staub und Schmutz geschützt sind. Dementsprechend ist der Apparat folgendermaassen disponirt:



In einem quadratischen Holzkästchen sind vier im Quadrat gestellte, zur Aufnahme des Quecksilbers bestimmte Kupfernäpfe, die eine eingelöthete Verlängerung durch den Boden nach aussen haben, fest verschraubt. Zwischen den Näpfen I und II, bezw. III und IV (s. die beigegebene Figur) liegt, in die Stirnwände eingelassen und in diesen drehbar, aber nicht verschiebbar, in Form einer Wippe, die Contactvorrichtung. Dieselbe besteht aus zwei Polschrauben, welche zur Aufnahme der Batteriedrähte bestimmt sind, ferner aus zwei an ihren Enden nach unten gebogenen Kupferstreifen, deren Form aus der Figur ersichtlich ist und welche un-

mittelbar an die Polschrauben fest angelöthet sind, und einem Glas- oder Hartgummistab, auf welchen die Polschrauben mit den Kupferstreifen aufgesteckt sind. Die Entfernung der Streifen ist gleich derjenigen von Mitte zu Mitte Napf. Die einander zugehörigen Näpfe (I und III bezw. II und IV) sind miteinander durch unter dem Boden des Kästchens befindliche Kupferlamellen verbunden, selbstverständlich voneinander gehörig isolirt. Endlich sind zwei auf derselben Seite der Wippe liegende Näpfe (auf der Figur I und III) noch mit seitwärts austretenden Kupferstreifen verbunden, welche die zur Weiterleitung des Stromes dienenden Klemmschrauben *A* und *B* tragen. Es ist nun ersichtlich, dass beim Eintauchen der Wippe in I/II der Strom von *B* nach *A* und beim Eintauchen in III/IV unter sonst gleichen Umständen von *A* nach *B* geht.

Die Richtung des Stromes ist mittels eines kleinen Zeigers, der an einer der beiden Polschrauben befestigt ist, und entsprechender Marken am Kasten auch äusserlich kenntlich gemacht; zur Drehung der Wippe dient ein gleichfalls auf einer der Polschrauben befestigtes kleines Heft. Oben ist das Gehäuse durch einen fest und dicht schliessenden Deckel verschlossen. Der Apparat ist seit einem halben Jahre in Thätigkeit und hat in dieser Zeit niemals versagt.

Für das physiologische Institut der hiesigen Universität habe ich nach Angabe des Herrn Professor Dr. Bernstein diese Commutatoren mit Eisennäpfen und Platincontactspitzen von solcher Länge versehen, dass kein Kupfer mit dem Quecksilber in Berührung kommt. Ausserdem wurden auch die Näpfe III und IV mit Klemmen verbunden, um den Strom einmal von oben, das andere Mal von unten in das Object, z. B. einen Muskel zu leiten. Zu diesem Behufe musste das unter dem Boden befindliche Streifenkreuz abnehmbar sein; es wurde daher in seiner Lage mittels Schrauben mit kleinen geränderten Köpfen befestigt.

Kleinere Mittheilungen.

Fortschritte auf dem Gebiete der elektrischen Beleuchtung mittels Glühlichtlampen.

Nachdem die bereits seit mehreren Decennien bekannte Thatsache, dass ein durch einen dünnen Körper geleiteter elektrischer Strom denselben bis zur Weissgluth erhitzen und leuchten machen kann, anfänglich viele Bemühungen zur Erzielung elektrischer Beleuchtung mittels Glühlichts hervorgerufen hatte, die aber völlig erfolglos geblieben waren, schien dieses Arbeitsfeld eine Zeit lang gänzlich aufgegeben zu sein. Erst in neuester Zeit haben namentlich Edison, Swan, Lane-Fox, Maxim u. A. sich wieder auf diesem Gebiete versucht, und zwar wie es scheint mit gutem Erfolge. Die ihren Bemühungen entsprungenen Constructionen elektrischer Glühlichtlampen sollen in Folgendem näher besprochen werden.

Trotz der Einfachheit der elektrischen Glühlichtlampen, die im Wesentlichen nur aus einem luftleeren Glaskörper mit einem dünnen Streifen eines Materials von hohem Widerstande und einem Paar durch die Glaswände hindurchgehender metallischer Leitungsdrähte bestehen, stehen ihrer wirklich zweckmässigen und erfolgreichen Ausführung doch grosse und mannigfache Hindernisse entgegen. Es sind dazu recht complicirte Einrichtungen, Vacuumpumpen von hoher Leistungsfähigkeit, Glasbläsereien und andere Hülfsapparate erforderlich; auch hat es die grösste Mühe gekostet, für die Glühstreifen ein geeignetes Material aufzufinden. Jetzt wird dafür meist ein verkohlter Streifen eigenthümlichen Cartonpapieres oder gewisser Pflanzenfasern gewählt. Eine der grössten Schwierigkeiten besteht namentlich



darin, die zu den Kohlenstreifen führenden Leitungsdrähte luftdicht einzuschmelzen; denn die eingeschmolzenen Stücke werden durch den elektrischen Strom stark erhitzt und ausgedehnt, um sich bei Ausserbetriebsetzung der Lampe wieder auf ihre ursprüngliche Grösse zusammenzuziehen; die Verbindung zwischen Glas und Drath wird daher leicht undicht. Das Eindringen von Luft aber hat sehr bald das Zerfallen des Kohlenstreifens zur Folge. Um in diesem Falle wenigstens die verschiedenen Glastheile wieder verwenden zu können, hat man dieselben neuerdings nicht zusammengeschmolzen, sondern in einander geschliffen, so dass die zerstörten Glühstreifen durch neue ersetzt werden können.

Um dem Uebelstande selbst jedoch abzuhelfen, haben Jos. Wilson Swan in Newcastle upon Tyne und St. George Lane-Fox in London das directe Einschmelzen der Leitungdrähte durch den Glaskörper ganz vermieden. Die Swan'sche Lampe hat folgende Einrichtung. In die hohlen fingerartigen Ausläufer *a a* seiner Lampe D. R. P. 6241 (Fig. 1) sind zwei Metallkappen *b b* eingeschmolzen oder auch nur angelöthet, durch welche die Leitungsdräthe *l l* hindurchführen. Die Metallstücke werden durch den Strom nur wenig erwärmt und sichern in Folge dessen die Abdichtungen besser, als wenn die Drähte direct eingeschmolzen wären. Ausserdem wird noch zur grösseren Sicherung der kritischen Stellen um dieselben eine Glas- oder Porzellanumhüllung gelegt. Die Kappen *b b* tragen an ihrem oberen Ende die Platinklammern *c c*, welche ihrerseits die Enden der Kohlenstreifen *k k* aufnehmen.

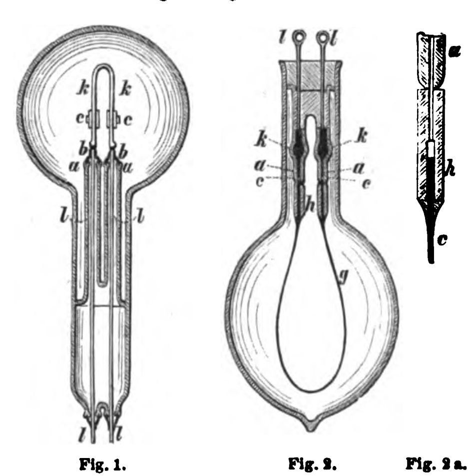


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 2a.

Ein Uebelstand bei vielen anderen Glühlicht-Lampen bestand darin, dass die Glühstreifen auch ohne nachweisbaren Zutritt von Luft öfter brachen. Die Ursache dieser Erscheinung sah Swan darin, dass die Streifen gebogen sind und daher beim Glühen sich unregelmässig ausdehnen, da die innere Seite des Bogens kürzer als die äussere ist und in Folge des geringen Widerstandes wärmer als letztere wird. Hingegen bietet ein gerader Streifen von gleichmässiger Beschaffenheit gleichmässigen Widerstand, selbst wenn man ihn erst nach seiner Carbonisirung in die gewünschte Form bringt. Er verwendet daher gerade Streifen[1]).

Bei der Lampe von Lane-Fox (Fig. 2 und 2a) wird die Abdichtung in der Weise bewirkt, dass in die unteren Enden der fingerartigen Ausläufer *a a* des Stöpsels zwei kurze Platindräthe *c c* eingeschmolzen sind, an welche sich zwei röhrenförmige, mittels eines mit feiner chinesischer Tusche angerührten Cementes angekittete Verbindungsstücke *h h* ansetzen, die den Glühstreifen *g*, ebenfalls mit diesem Cementkitt befestigt, aufnehmen. Die Verwendung eines solchen Kittes soll sich insofern empfehlen, als derselbe vermöge seiner Erhitzung durch den Strom einen vollkommenen Anschluss an die vorher etwas rauh gemachten Enden der Platindrähte bietet. Die anderen Enden der Drähte ragen in zwei kugelförmige mit Quecksilber gefüllte Erweiterungen *k k* der Ansätze hinein, in welche ausserdem die äusseren Zuleitungsdräthe *l l* münden, von denen jeder für sich, was hier nöthig, durch Einbettung in Gyps gut isolirt ist. Um die vollkommene Verbindung der leitenden Theile durch Bewahrung des Quecksilbers vor äusseren Einflüssen zu sichern, verschliesst man es zweckmässig durch eine Cement- oder Gypsschicht gegen die äussere Luft.

Die von Hiram S. Maxim in Brooklyn, N. Y., construirte Lampe (Fig. 3 und 4) nimmt

[1]) Die Streifen haben jedoch, wie die Figur zeigt, noch immer eine Umbiegung am höchsten Punkte, es muss also wohl dahingestellt bleiben, ob sich an dieser Stelle der Uebelstand nicht gleichfalls bemerklich machen wird.
D. Red.

besonders auf möglichst billige fabrikmässige Herstellung Rücksicht. Die Glaskugeln werden mit einem eingeschliffenen conischen Glasstöpsel *a* versehen, an welchem conische Durchbohrungen für die ebenfalls conisch ausgezogenen, mit Dichtungsmaterial eingesetzten Leitungsdrähte *l l* vorgesehen sind. Durch die Evacuation der Glocke werden Stöpsel und Drähte vermöge des äusseren Druckes in ihre Sitze hineingedrückt; zu möglichster Abdichtung trägt noch Cement oder ein anderes Bindematerial bei. Die Drähte der Lampe Fig. 3 bestehen aus weichem Metall, die der anderen Fig. 4 hingegen aus Stahl.

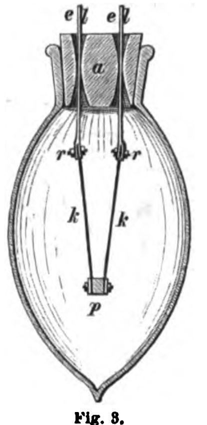


Fig. 3.

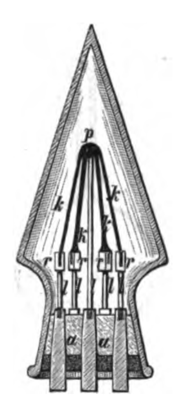


Fig. 4.

Diese verhältnissmässig einfache Herstellungsart schliesst manche Schwierigkeiten aus, die bei anderen Lampen mit eingeschmolzenen Theilen auftreten. In erster Linie ist sie von der Geschicklichkeit des Glasbläsers unabhängig, welche beim Aufsetzen der Kohlenstreifen auf den Stöpsel, viel mehr aber noch bei dem Einschmelzen desselben mit der Kohle in den Glaskörper erforderlich ist und deren höherer oder geringerer Grad den Preis der Apparate wesentlich beeinflussen kann.

Maxim wendet bei der Lampe Fig. 4 eine besondere Form der Glühstreifen an, indem er mehrere gerade Kohlenstreifen *k k k* zusammensetzt, an deren verbreiterten Enden einerseits die durch den Glasstöpsel *a* hindurchgehenden Drahtenden *r r* von *l l* angesetzt werden, während auf der anderen Seite durch Zwischenschaltung eines Metall- oder Kohlenblockes *p* die continuirliche Leitung der Streifen hergestellt wird. Auf diese Weise glaubt der Erfinder den bei Biegung der Streifen in Hufeisen-, *S*- oder *M*-Form häufiger auftretenden Uebelständen vorgebeugt zu haben, ohne die Leuchtkraft zu beeinträchtigen.

Die wesentlichsten, wenn auch nicht durchgehends neuen Verbesserungen auf dem Gebiete der elektrischen Glühlicht-Beleuchtung dürften indessen von Thomas Alva Edison in Menlo-Park bei der von ihm construirten Lampe (Fig. 5, D. R. P. No. 15602) gemacht sein, bei deren Ausführung er die verschiedenen Aufgaben: Sicherung des Vacuums, Billigkeit und Herstellung des rationellsten Verhältnisses zwischen elektrischer Kraft, ausstrahlender Oberfläche und Widerstand, glücklich gelöst zu haben scheint. Sein einfacher Apparat ist so eingerichtet, dass man ihn auf jeden Gasarm aufschrauben und daher die für Gasbeleuchtung dienenden Einrichtungen ohne Weiteres mit der neuen Beleuchtung versehen kann.

Der luftdichte Verschluss der Glocke wird von Edison in folgender Weise hergestellt. Aus einem Glasrohr vom Durchmesser *c* wird die Kugel *b* geblasen, deren oberer Theil in ein gebogenes Rohr *h* ausgezogen wird, damit später bei der Evacuation mehrere Röhren gleichzeitig mit der Pumpe in Verbindung gebracht werden können. In den unteren Theil von *c* wird alsdann ein eigenthümlich geformtes Rohr *f* eingeschmolzen, das oben zu einem, in seinen Verschlussstellen *p p* die Drähte *w w* aufnehmenden Knopf *d* von geringerem Durchmesser wie *c* ausgeblasen ist und in seinem weiteren Verlaufe eine Ausweitung *e* enthält, deren innerer Durchmesser mit demjenigen von *c* übereinstimmt. Die an die Leitungsdrähte 1 und 2 angeschlossenen Platindrähte *w w*, welche durch die den Kopf *d* etwas überragenden Vorsprünge *p p* gesteckt sind, werden dann durch Schmelzen des sie umgebenden Glases luftdicht eingebettet und mit den Klemmen h_1 h_1 befestigt, welche ihrerseits den Glühstreifen *a* aufnehmen. Der so präparirte Glaskörper *f* wird darauf in das umhüllende Rohr *c* gesteckt und bei *e* mit demselben verschmolzen. Nach der darauf folgenden Evacuation der Kugel durch eine zweckentsprechende Saugvorrichtung wird das Rohr *h* durch Zuschmelzen bei *i* geschlossen und ein zweiter im Vacuum hergestellter Verschluss unmittelbar über der Kugel bei l_1 hergestellt, dem ein weiterer in der Luft bewirkter Abschluss nach Abbruch des nun-

... oberhalb von l_1, ev. bei m, hinzugefügt ... Abdichtungen, bei l_1 im Vacuum und

... aterialien, welche die Lichterzeugung nicht ... rwendung, die sich unter dem Einfluss ... luminium oder Platin, das vorher nach ... genthümlichen Verfahren im luftleeren Raum ... Temperatur behandelt worden ist. Zur ... des günstigsten Verhältnisses zwischen ... Oberfläche, Widerstand und Strom- ... zur Einschränkung des Bedarfs an Lei- ... material wendet Edison in der einen Ausführung ... als Leiter einen Streifen carbonisirten Ma- ... der auf seine halbe Länge zusammengelegt ... der Knickstelle werden die beiden Hälften ... einen isolirenden Block o auseinander gehalten. ... ist dann hufeisenförmig gebogen; die Ver- ... der Streifenenden mit den Drähten $w\,w$ ver- ... die Klemmen $h_1\,h_1$. Bei dieser Anordnung ... sich also die inneren Streifenflächen, wäh- ... allein die äusseren den lichtausstrahlenden Theil ... der Oberfläche eines gewöhnlichen Kohlenkörpers ... und in Folge des durch ihre doppelte Länge ... doppelten Widerstandes die Benutzung ... schwächeren Leitungsdrahtes gestatten.

In Fig. 5b sind mehrere Leiter $a\,a\,a$ durch die Klemmen $k\,k$ zu einer Reihe verbunden, deren Schluss-enden durch die Klammern $h_1\,h_1$ mit den Leitungs-drähten $w\,w$ communiciren. Diese ringförmigen Glüh-streifen werden mit den Stützen $s\,s$ auf den Glas-körper d aufgesetzt. Da jeder der weissglühenden ... bestimmtes Licht liefert, so ist durch eine derartige ... Oberfläche vergrössert; zu gleicher Zeit findet aber ... Vermehrung der Widerstände statt, wodurch sich ... verringern lässt.

... Streifen natürliche Pflanzenfaser, welche der Verkohlung ... bildung zeigt, besonders verwendbar gefunden und ... gebleichtem Manilahanf, deren Enden zum besseren Er- ... papier umwunden sind.

... Inbetriebsetzung dieser vervollkommneten Lampe wird ... aufnehmender Halter aus isolirendem Material ange- ... auf schon vorhandene Gasleitungen, Wandarme u. s. w. ... innerhalb um den unteren Theil von c ein isolirender Cylin- ... enden Stellen zwei Contactfedern x und z enthält, ... Halter r die Leitung schliessen, da sie zugleich die ... Klemmen $h_1\,h_1$ ausgehenden, zur Vermeidung von Verschlin- ... geführten Leitungsdrähten 1 und 2 herstellen. Die ... beiden gegen einander isolirten metallischen Stücke u ... Draht 4 communicirt und bei eingesetzter Lampe mit ... während die Feder z den Strom mit der zweiten Platte v

schliesst. Ferner ist in dem Halter die metallische, mit dem zweiten Leitungsdraht 3 in Verbindung stehende Mutter *s* mit der Schraube *y* gelagert, welche den elektrischen Contact mit der Platte *v* herstellt und deren stärkeres oder geringeres Anziehen die Regulirung der Lichtstärke vermittelt. Die Lampe hat etwa 14 Kerzen Leuchtkraft und wird von den verschiedensten Seiten als vortrefflich gerühmt. *B.*

Ausstellung auf dem Gebiete des Vermessungswesens in Hannover.

Der deutsche Geometer-Verein wird am 23., 24. u. 25. Juli dieses Jahres seine XI. Haupt-Versammlung in Hannover abhalten. Mit letzterer wird eine Ausstellung von Karten, Vermessungswerken und geometrischen Instrumenten, welche zum Gebrauche des Vermessungstechnikers bestimmt sind, verbunden sein.

Von Seiten des Rectorats der Königlichen Technischen Hochschule sind für die Ausstellung geeignete Räume in dem Gebäude der neuerbauten Hochschule mit dankenswerthem Entgegenkommen zur Verfügung gestellt, so dass den Ausstellern für die Ausstellungsräume keine Kosten erwachsen.

Behörden, namhafte mechanische Firmen, grössere Buchhandlungen haben sich zur Beschickung der Ausstellung schon jetzt bereit erklärt, so dass letztere eine umfangreiche zu werden verspricht; um so mehr ist eine allgemeine Betheiligung wünschenswerth.

Die Anmeldungen der auszustellenden Gegenstände werden bis zum 1. Juli d. J. erbeten und zwar ist gleichzeitig den auszustellenden Instrumenten eine kurze Beschreibung mit besonderem Hinweis auf neue Constructionen beizufügen, damit eine vollständige Katalogisirung erfolgen kann. Bei verkäuflichen Gegenständen ist der Preis anzugeben. Die Anmeldungen nimmt Herr Gerke, Privatdocent für Geodäsie an der technischen Hochschule zu Hannover, entgegen, welcher auch jede etwa vorher gewünschte Auskunft bereitwilligst ertheilen wird.

Vereinsnachrichten.

Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik. Sitzung vom 7. März 1882. Vorsitzender: Herr Dörffel.

Der Vorsitzende eröffnet die Sitzung mit einigen Mittheilungen, unter denen von allgemeinerem Interesse ist, dass laut Beschluss der Gewerbe-Deputation des Magistrats alle zwei Jahre Lehrlingsausstellungen in Berlin stattfinden sollen, die nächste sonach im April 1883, ferner dass nach den bezüglichen Ermittelungen des hiesigen Magistrates der Wochenverdienst eines Mechanikergehülfen bei Lohnarbeit 12 bis 30 M., bei Stücklohn 18 bis 40 M. beträgt. Der Abend wird im Uebrigen von eingehenden Debatten über die Lehrlingsfrage in Anspruch genommen.

Sitzung vom 21. März 1882. Vorsitzender: Herr Dörffel.

Herr Ingenieur Puetsch hält den angekündigten Vortrag über die Bestrebungen zur Auffindung des Perpetuum mobile. An einer Reihe interessanter und instructiver Beispiele demonstrirt der Vortragende, wie die Lösung des Problems versucht und welche Fehler in den einzelnen Fällen begangen worden. Die fraglichen Bestrebungen sind schon sehr alte, während der allgemeine wissenschaftliche Nachweis ihrer Erfolglosigkeit erst seit verhältnissmässig kurzer Zeit datirt. Noch im Jahre 1829 glaubte ein Mitglied der Londoner Astronomischen Gesellschaft den Nachweis der Möglichkeit des Perpetuum mobile führen zu können. Sehr begründet war der gegen viele Tageszeitungen und auch einige der verbreitetsten belletristischen Zeitschriften ausgesprochene Tadel, durch ihre Haltung in dieser Frage die ohnehin meist ganz unwissenden und unberufenen Personen, welche sich mit der Auffindung des Perpetuum mobile beschäftigten, in ihren Irrthümern noch zu bestärken. Der Vortragende brachte z. B. einige Proben aus der „Gartenlaube“ und dem „Daheim“ zur Verlesung, denen zufolge bei derartigen Gelegenheiten wiederholt das Genie der Erfinder gegen die



Dogmen der zünftigen Gelehrsamkeit in Schutz genommen worden war; ja das letztgenannte Blatt hatte vor einiger Zeit in einem sensationell gehaltenen Aufsatze den Lesern mitgetheilt, dass die „Aufhebung der Schwerkraft“ und die Erfindung des Perpetuum mobile factisch gelungen sei. Der Vortragende richtet an die Mitglieder der Gesellschaft die Bitte, in ihren Kreisen, wozu sie besonders berufen seien, diesen weit verbreiteten, thörichten und oft leider so verhängnissvollen Bestrebungen nach Kräften entgegenzuwirken.

Am Schluss wird auf Vorschlag des Vorsitzenden eine ständige Commission für Lehrlingsausstellungen, bestehend aus den Herren Fuess, Wolff, Gurlt, Färber, Handtke und Haensch, gewählt. Der Schriftführer: *Blankenburg.*

Neu erschienene Bücher.

Siemens & Halske's *Kataloge A, C und D.* 8°. Berlin, Springer. M. 6,60.
Zwerger, M., *Ueber Kältemischungen und die in denselben verbrauchten Wärmemengen.* München, Th. Ackermann. 8°. M. 2.
Armengaud, C., *L'ouvrier mécanicien, guide de la mécanique pratique.* Paris, l'auteur. 12°. M. 3,20.
Dietzschold, C., *Die Rechenmaschine.* Leipzig, Schlag. 8°. M. 1.
Grin, C., *Anoculoscope, appareil à fair voir les aveugles par le sens du toucher.* Paris Bernard & Co. 8°.
Riedler, A., *Indicatorversuche an Pumpen und Wasserhaltungsmaschinen.* Freiberg, Craz & Gerlach. M. 12.
Sergent, E., *Traité pratique de la résistance des matériaux. 1re Partie.* Paris, l'auteur. 8°. M. 20.
Stanley, W. F., *A Descriptive Treatise on Mathematical Instruments.* London, Spons. Post-8°. M. 5.
Brezina, A., *Ueber die Reichenbach'schen Lamellen im Meteoreisen.* Wien, Gerold. 8°. M. 2.
Zehden, F., *Handbuch des terrestrischen und astronomischen Theils der Nautik.* Wien, Hölder. 8°. M. 7,60.
Schwalbe, B., *Die Fortschritte der Physik im Jahre 1877. 2. Abth.* Berlin, G. Reimer. 8°. M. 10,50.
Gerhard, W. P., *Diagram for facilitating the calculation of velocity and discharge of sewers.* New-York, Westermann & Co. M. 3.
Karmarsch und Heeren's *technisches Wörterbuch. 3. Aufl. 52. Lief.* Prag, Haase. 8°. M. 2.
Blavier, E. E., *Des grandeurs éléctriques et de leur mesures en unités absolues.* Paris, Dunot. 1881. 8°. M. 12,30.
Croullebois, L., *Théorie élém. des lentilles épaisses.* Paris, Gauthier-Villars. 1881. 8°. M. 2,80.
Liebisch, Th., *Geometrische Krystallographie.* Leipzig, W. Engelmann. 1882. M. 12.
Collet, A., *Traité théorique et pratique de la régulation et de la compensation des compas avec ou sans relèvement.* Paris, Challamel aîné. 8°.
Foster, F. W., *Questions on Mechanics, Hydrostatics and Pneumatics.* London, Simpkin. M. 1,60.
Schellen, H., *Die magnet- und dynamo-elektrischen Maschinen. 2. Aufl.* Köln, Du Mont-Schauberg. 8°. M. 16.
Arendt, R., *Technik der Experimentalchemie. 2. Bd. 4. (Schluss) Lief.* Leipzig, Voss. 8°. M. 3.
Cabanellas, *Organisation automatique du transport et de la distribution de l'énergie.* Paris, Imprimerie nationale. 4°.

Journal- und Patentlitteratur.

Einige Bemerkungen zu dem „Sternspectralapparat in Verbindung mit einem Colorimeter.“

Von Prof. Dr. v. Konkoly zu O. Gyalla. Centr.-Zeit. f. Opt. u. Mech. 1882. No. 6.

Verf. berichtigt die in No. 1 (1882) der Central-Zeitung mitgetheilte und in dem letzten Hefte dieser Zeitschrift besprochene Construction eines Sternspectralapparates in Verbindung mit einem Colorimeter in einigen Punkten.

Wir hatten in unserer Besprechung schon hervorgehoben, dass es nicht möglich sei, in dem kleinen Fernrohr F (vergl. die Figur S. 111 im vorigen Hefte) den wirklichen und den künstlichen Stern gleichzeitig zu beobachten, da die vom wirklichen Stern auf die Glasplatte p fallenden Strahlen doch convergirend sind, während vom künstlichen Stern parallele Strahlen in das Fern-

rohr *F* fallen. Verf. begegnet diesem Uebelstande in folgender Weise: Das Fernrohr *F* fällt ganz weg; an seiner Stelle wird ein Ocular *O* so justirt, dass das vom Objective entworfene Bild eines Sterns scharf als Punkt gesehen werden kann; in dieser Lage wird das Ocular in der Hülse befestigt. Um nun das Diaphragmabild *l* scharf sehen zu können, schaltet Verf. ein zweites Objectiv, durch zwei Handgriffe justirbar, zwischen dem Nicol *N* und der Platte *p* ein, welches die von *o'* kommenden parallelen Strahlen im Brennpunkte des Oculares *O* vereinigt.

Eine weitere, die Construction des Colorimeters betreffende Berichtigung ist folgende: Die Quarzplatte *Q*, welche nicht unter 45°, sondern unter 90° gegen die optische Axe geschnitten sein muss, wird zwischen zwei Nicol's eingeschlossen. Das Nicol *N* bleibt an seiner Stelle; zwischen der Quarzplatte *Q* und dem Objectiv *o'* wird aber ein zweites Nicol eingeschaltet, welches mit der Quarzplatte drehbar ist. *W.*

Zur Theorie der Magnetisirung des Stahls.

Von Righi. Atti dell'Academia delle scienze di Bologna; 4. Ser. t. I.

Die Untersuchungen sind insofern neu, als der Verfasser sowohl beim Schliessen wie beim Oeffnen des magnetisirenden Stroms ein schnelles und ein langsames Verfahren unterscheidet. Um das letztere auszuführen, taucht man in ein mit Kupfervitriollösung gefülltes Gefäss zwei kupferne Elektroden, indem man das Holz, woran beide befestigt sind, quer über das Gefäss legt. Oben sind die beiden Elektroden einander sehr nahe und breit; nach unten enden sie in Spitzen und sind weiter von einander entfernt. Es ist also klar, dass beim Eintauchen dieser Elektroden der übergehende Strom anfangs einen grossen, aber allmählich abnehmenden Widerstand zu überwinden hat und daher erst nach und nach zur vollen Intensität anschwillt, und umgekehrt auch beim Oeffnen nur allmählich verschwindet. Die Wirkungen dieses schnellen oder langsamen Schliessens und Oeffnens werden nach verschiedenen Richtungen untersucht, wobei meist einmal schnelles Schliessen mit langsamem Oeffnen und langsames Schliessen mit schnellem Oeffnen combinirt wird. Die Wirkung des schnellen Schliessens und Oeffnens ist stets die heftigere; dagegen dringt die Wirkung des langsamen Verfahrens in tiefere Schichten ein. Betreffs der zahlreich erörterten einzelnen Fälle verweisen wir auf die Arbeit selbst, eventuell auf den Auszug im Journal de Physique X 1881. S. 482. *Z.*

Ueber die elektro-metallurgischen Verfahren der Firma Christofle.

Von H. Bonilhet. Revue scientifique. 1881. No. 19.

Die Fabrik der Herren Christofle zu Paris schlägt nicht nur reine Metalle (Gold, Silber, Nickel, Kupfer, Zinn, Eisen) galvanisch nieder, sondern auch Legirungen von Kupfer und Zink oder Zinn, von Kupfer und Nickel, von Kupfer und Gold, und von Silber und Gold, sodass man auch deren verschiedene Farben mit der Elektrode fast wie mit einem Pinsel auftragen kann. Die Lösungen, aus denen die Legirungen niederfallen, stimmen procentisch nicht mit den Legirungen selbst überein. Aus einer Lösung z. B. von $^1/_3$ Gold und $^2/_3$ Silber fällt eine grüne Legirung nieder von $^2/_3$ Gold und $^1/_3$ Silber. Diese Legirungen und ihre Farben sind sehr dauerhaft und mannigfaltig.

Auch Büsten und Statuen kann man gegenwärtig in voller Rundung galvanoplastisch darstellen; ja es sind schon Figuren bis zu 9 m Höhe dargestellt worden. Und da das Metall sehr dicht ist, so darf man ihm auch Haltbarkeit zutrauen.

In neuester Zeit hat die Einführung der Gramme'schen Maschinen einen neuen Aufschwung bewirkt. Ein Kilogramm Silber niederzuschlagen, kostete mit galvanischer Elektricität 3,87 fr., jetzt mit Gramme'scher 0,94 fr. Dadurch wird das elektrische Verfahren namentlich für gemeine Metalle in hohem Maasse anwendbarer. *Z.*

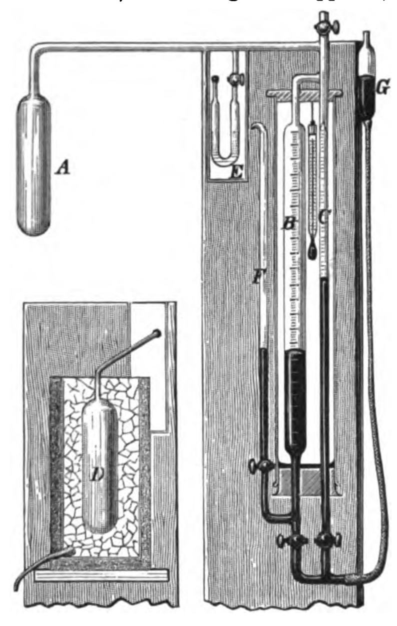
Ein Luftthermometer.

Von O. Pettersson, ausgeführt von F. Müller. „Journ. f. prakt. Chemie" 1882 S. 102.

Wie bei dem S. 66 beschriebenen Thomson'schen Thermometer besteht das Princip des Pettersson'schen Luftthermometers darin, dass die durch Temperaturänderungen verursachten Aenderungen des Volumens eines Luftquantums gemessen werden, während letzteres unter einem ganz bestimmten, stets gleichen Drucke steht. Der immer gleiche Druck wird dadurch erhalten,

dass ein anderes Luftquantum stets auf derselben Temperatur von 0° und demselben Volumen, also auch demselben Drucke erhalten wird, und dass der Druck des variablen Luftquantums diesem constanten Drucke gleich gemacht wird. — Das Instrument ist also völlig unabhängig vom äusseren Luftdrucke.

Die allgemeine Anordnung des Apparates dürfte aus der Figur ohne Weiteres verständlich sein. Das, wie der ganze Apparat, zunächst sorgfältig mit trockener Luft gefüllte Glasgefäss *A* von ca. 125 ccm Inhalt wird der zu messenden Temperatur ausgesetzt, während das gleichgrosse, mit *E* verbundene Gefäss *D* mit schmelzendem Eise umgeben wird. Das mit concentrirter Schwefelsäure gefüllte Manometer *E* zeigt die Gleichheit des Druckes in *A* und *D* an. Die durch Auswägen mit Quecksilber graduirten Röhren *B* und *C*, von welchen die letztere in $^1/_{20}$ ccm getheilt ist, dienen zur Messung der Aenderungen des in *A* eingeschlossenen Luftquantums. Die Steigeröhre *F* und das mit dem Apparate durch einen Kautschukschlauch verbundene Quecksilberreservoir *G* vermitteln die Aenderungen der Quecksilberkuppen in *B* und *C* Der Verf. hat zwei Messröhren angewandt, um mit Hülfe derselben innerhalb weiter Grenzen eine genaue Ablesung des Gasvolumens zu erhalten. Bei der Messung wird nämlich zunächst der Rand der Quecksilberkuppe in *B* mit Hülfe einer Lupe genau auf einen Strich eingestellt und schliesslich durch Aenderung des Quecksilberniveaus in *C* das Manometer zum genauen Einspielen gebracht. Ausser den Reservoiren *A* und *D* wird der ganze Apparat zweckmässig derselben Temperatur von 15° ausgesetzt. Um diese Temperatur auch für die verhältnissmässig grossen Gasquanten in *B* und *C* möglichst genau zu erzielen, sind diese Röhren von einer weiten als Wasserbad dienenden Glasröhre umgeben.



Zur Berechnung der Temperatur *t* dienen die Formeln:

$$t = \frac{z}{1 - \alpha z}; \quad z = \frac{v}{V(\alpha - \beta)(1 + 15\,\alpha)}.$$

Dabei ist *V* das Volumen des Reservoirs *A*; *v* die Zunahme des Volumens in den Röhren *B* und *C* zwischen den Temperaturen 0° und *t*. α ist die Ausdehnung der Luft und β die cubische Ausdehnung des Glases.

Der im Besitz des Verfassers befindliche Apparat gestattet nach dessen Angabe (die sich aber wohl nicht auf hohe Temperaturen beziehen soll), Temperaturen bis gegen 300° mit einer Genauigkeit von 0,01° zu messen. Mit demselben vom Verfasser und von Nilson angestellte Versuche ergaben für den Ausdehnungscoefficienten der Luft die Werthe:

$$\alpha = 0{,}003\,673\,5$$
$$3\,674\,8$$
$$3\,674\,2.$$

Regnault fand dafür: $\alpha = 0{,}003\,670\,6$; ein merklicher Theil der Differenz würde aber durch Anbringung der vom Verfasser wohl nicht beachteten Schwere-Correction, welche die aus dem Barometerstande abgeleitete Siedetemperatur modificirt, verschwinden. *T.*

Apparat zur Beobachtung von Meerströmungen.

Von Gariel. L'Électricien 2. No. 16 S. 177.

Der hier vom Verfasser eingehend erläuterte Apparat wurde von dem Ingenieur Bonneau in La Rochelle construirt und hat den Zweck, die Geschwindigkeit und Richtung der Strömungen in verschiedenen Meerestiefen zu bestimmen. Er besteht zunächst in einer kupfernen Boje, welche luftdicht ist und ein so grosses Volumen besitzt, dass ihr Schwimmen an der Oberfläche des Meeres ermöglicht wird, während sie andererseits bei Messungen von tiefen Strömungen durch geeignete Belastung in jede beliebige Tiefe gebracht werden kann. Diese Boje besitzt eine

längliche Gestalt und ist mit einem Steuerruder versehen, welches derselben immer die Richtung der Strömung ertheilt und bewirkt, dass sie mit grosser Festigkeit in derselben verharrt. Ausserdem ist dieselbe mit der Beobachtungsstation, welche sich entweder auf dem Lande oder auf einem Schiffe befindet, durch ein Kabel mit vier isolirten Drähten verbunden.

Die sehr einfache Einrichtung zur Bestimmung des einen Elementes der Seeströmungen, der Geschwindigkeit, besteht in einem Flügelrade, welches am Vordertheile der Boje angebracht ist und durch die Strömung in Rotation versetzt wird. Die Axe dieses Rades geht in eine Kammer im Inneren des Apparates, wo dieselbe bei jeder Umdrehung den Kreisschluss eines von der Beobachtungsstation abgeschickten elektrischen Stromes bewirkt und hierdurch auf derselben einen Elektromagnet in Thätigkeit versetzt. Man erhält also auf diese Weise die Anzahl der Umdrehungen des Rades und damit die Geschwindigkeit der Strömung. —

Die Richtung der Seeströmung wird durch den Winkel gemessen, welchen die Axe der Boje mit einer in ihrem Innern befindlichen Magnetnadel bildet. Die viel schwierigere Aufgabe, diesen Winkel von der Beobachtungsstation aus zu bestimmen, ist von dem Erfinder auf eine höchst sinnreiche Weise gelöst worden. In einer besondere Kammer ist die Magnetnadel aufgehängt und zwar über dem Centrum einer kreisförmigen Rinne oder eines Grabens, dessen Wände isolirend sind und welcher eine verdünnte Kupfervitriollösung enthält. An einer Stelle wird dieser Graben durch eine ebenfalls isolirende Scheidewand unterbrochen, welche auf einer ihrer beiden Seiten ein Kupferplättchen als Elektrode enthält, durch welche der von der Beobachtungsstation kommende elektrische Strom in die Flüssigkeit eintreten kann. An dem einen Ende der Magnetnadel befindet sich ebenfalls ein Kupferplättchen, welches als zweite Elektrode in die Flüssigkeit eintaucht. Der bei der ersten Elektrode eintretende Strom geht also durch die Flüssigkeit nach der zweiten, durch die Axe der Nadel nach dem Aufhängepunkt derselben und von hier durch einen zweiten Kabeldraht zurück nach der Beobachtungsstation. Wie leicht ersichtlich, hängt die Länge des Weges des elektrischen Stromes durch die Flüssigkeit ab von der jeweiligen Entfernung der beiden Elektroden oder dem Winkel, welchen die Axe der Boje mit der Magnetnadel bildet. Da nun andererseits der elektrische Strom bei verschiedenen Entfernungen der Elektroden in der Flüssigkeit verschiedene Widerstände zu überwinden hat, so lassen sich auf der Beobachtungsstation mit Hülfe eines genügend empfindlichen Galvanometers und den Veränderungen der Stromintensität die Winkel zwischen Magnetnadel und Boje bestimmen.

Nach den von Bonneau angestellten Messungen lässt sich auf diese Weise der Richtungswinkel einer Strömung mit einer Genauigkeit von 2° bis 3° messen. Uebrigens war dieser Apparat auf der elektrischen Ausstellung zu Paris ausgestellt, wo er durch eine silberne Medaille ausgezeichnet wurde. *R.*

Absolutes Sinuselektrometer.

Von George M. Minchin. The Nature 1882. Jan. 19.

Wie bei dem absoluten Elektrometer von Harris wird die Anziehung eines elektrischen Körpers auf einen unelektrischen direct in Gewichten gemessen. Zwei genau eben geschliffene Messingplatten, einen Quadratfuss gross, sind durch vier in den Ecken angebrachte Elfenbeinstäbchen verbünden und durch Glimmersperren in einer festen kleinen Entfernung von einander isolirt gehalten. Dieses System ist um eine horizontale Axe drehbar aufgehängt. Die eine Platte, die als Schutzplatte dient, hat in ihrer Mitte einen quadratischen Ausschnitt von 3 cm Seitenlänge, welcher innen von einer mittels Platindrahtes von der oberen Kante herabhängenden leichten Aluminiumplatte überdeckt wird. Die letztere schlägt im Gleichgewichtszustande an vier Schrauben in der Schutzplatte an. Wird nun diese und damit also auch die Aluminiumplatte mit der Erde, die gegenüberstehende isolirte Platte mit einem elektrisirten Körper in leitende Verbindung gebracht, so wird das Aluminium angezogen. Nun kann das ganze System durch eine am unteren Ende desselben wirkende Mikrometerschraube um die horizontale Axe, an der es hängt, gedreht werden. Man hebt den unteren Theil des Apparates so lange, bis das Aluminiumplättchen wiederum an die Schrauben anschlägt. Die Bewegung des letzteren kann mit Hülfe eines an der Schutzplatte befestigten Mikroskopes beobachtet werden; in dem Augenblicke, wo diese Bewegung aufhört, hat das Aluminium den Anschlag erreicht. Ist das Gewicht desselben W Gramm, der Winkel, um den das Plattensystem von der Verticalen abgelenkt ist, O, so ist die ausgeübte Anziehung $N = W \sin O$ direct in Grammen gegeben. O wird durch die Mikrometer-



schraube auf das Genaueste gemessen. Die Entfernung, auf welche die Kraft wirkt, wird durch je drei Ablesungen eines vor und nach der Einfügung der Glimmersperren in den Ausschnitt eingeführten Sphärometers gemessen. Die Drehungsaxe wird mit Hülfe eines Kathetometers genau horizontal gerichtet; doch giebt Minchin ein Differentialverfahren für die Benutzung des Apparates an, durch welches ein etwaiger Fehler in dieser Richtung eliminirt wird. Später ist an dem Apparate noch eine kleine Aenderung dahin getroffen worden, dass die Aluminiumplatte durch eine vergoldete Glimmerplatte, die an einem Silberfaden hängt, ersetzt, sowie dass die Entfernung der beiden Messingplatten in engen Grenzen variirbar gemacht ist. Letztere Aenderung giebt einerseits Gelegenheit, etwaige Einflüsse von Luftströmungen zu studiren, andererseits erweitert dieselbe die Anwendbarkeit des Apparates auf verschiedenere Elektricitätsmengen.

L.

Ueber das Helmholtz'sche Leukoskop.

Von A. Koenig und H. Helmholtz. Verhandl. d. physik. Ges. in Berlin. Sitzung vom 3. Febr. 1882.

Die Absicht bei der Construction des noch wenig bekannt gewordenen Instruments war, zwei an einander grenzende Felder weissen Lichts von gleicher Helligkeit, aber verschiedener Zusammensetzung zu erhalten, um aus Aenderungen in der Gleichheit der beiden Felder bei derselben Einstellung des Instruments entweder auf eine verschiedene Farbe der Lichtquellen, oder auf eine verschiedene Farbenempfindlichkeit der Augen verschiedener Beobachter schliessen zu können.

Der Apparat besteht aus einem Fernrohre, zwischen dessen Ocular und Objectiv Kalkspathrhomboeder, Quarzplatten und Nicol'sche Prismen in folgender Reihenfolge eingeschaltet sind. Die von einem unendlich entfernten Object ausgesandten resp. durch eine Linse parallel gemachten Strahlen werden, nachdem sie das Objectiv passirt haben, von einem Kalkspathrhomboeder in zwei senkrecht zu einander polarisirte Strahlenbündel zerlegt. Durch eine hinter dem Kalkspathrhomboeder befindliche, rechteckige Oeffnung werden Strahlen beiderlei Polarisationsrichtung durchgelassen, welche aber von verschiedenen Theilen des leuchtenden Objects herrühren. Ein zweites ebenso grosses Kalkspathrhomboeder, welches sich an der anderen Seite des Spaltes befindet und eine solche Lage hat, dass sein Hauptschnitt mit dem des ersteren parallel ist, dass aber bei ihm der ausserordentliche Strahl abgelenkt wird, bewirkt, dass die durch die rechteckige Oeffnung gegangnen Strahlen in zwei Bündel zerlegt werden, welche senkrecht zu einander polarisirt sind. Bei dieser Anordnung der beiden Kalkspathrhomboeder und der rechteckigen Oeffnung und bei geeigneter Grösse der letzteren erblickt man zwei unmittelbar aneinander grenzende Bilder dieser Oeffnung, zugleich aber in derselben Ebene ein durch beide continuirlich hindurchgehendes, d. h. nicht doppelt erscheinendes Bild des Objectes. Die beiden Strahlenbündel gehen dann, nachdem sie nochmals eine Linse passirt haben, durch eine Anzahl von Quarzplatten, deren gemeinsame Dicke durch Ein- oder Ausschalten der einen oder der anderen von ihnen und vermittels einer Vorrichtung zum Verschieben keilförmiger Quarze (ähnlich wie sie sich am Soleil'schen Saccharimeter befindet) in beliebiger Weise vergrössert oder verringert werden kann. Zwischen diesen Quarzplatten und dem Ocular befindet sich ein drehbares Nicol'sches Prisma, dessen Stellung durch einen Index an einer Kreistheilung abgelesen werden kann.

Die Absicht, durch Veränderung der Dicke der Quarzplatten und Drehen des Nicols eine völlige Farben-Gleichheit der beiden Felder herzustellen, ist übrigens nicht erreicht worden, weil wider Erwarten die beiden oben genannten Operationen gleichartig wirken. Helmholtz zeigt, dass aus diesem Umstande auf eine bestimmte zwischen den Farbenempfindungen herrschende Beziehung geschlossen werden muss.

T.

Ueber den elektrischen Widerstand und den Ausdehnungscoefficienten des glühenden Platin.

Von Nichols. Amer. Journ. of Science 1881. S. 363.

Der Verfasser bestimmt mit Hülfe einer Stromableitung den Widerstand, den ein Platindraht von 0,1 m Länge und 0,4 mm Dicke einem elektrischen Strome entgegensetzt, während er durch denselben von 0° bis nahe an seinen Schmelzpunkt erhitzt wird. Zugleich beobachtet er durch ein Mikroskop die Längenausdehnung desselben Drahts, und berechnet nun aus diesen Angaben nach den verschiedenen dafür von Siemens, Benoit und Matthiesen gegebenen Formeln die Tem-

peraturen. Er erhält dabei Differenzen von mehreren Hundert Graden, woraus er die Unzuverlässigkeit der erwähnten Formeln folgert. Dieselben basiren auf unbewiesenen Annahmen, so von der Constanz der specifischen Wärme beim Kupfer und Platin, oder des Ausdehnungscoefficienten beim Platin. Auch verändert sich bei der geringsten Verunreinigung des Platins sein Verhalten in den höheren Hitzegraden bedeutend, sowohl hinsichtlich des elektrischen Widerstands als des Ausdehnungscoefficienten. Die bisherigen Temperaturbestimmungen bei glühenden Platindrähten haben deshalb keine absolute, sondern nur eine auf die angewandte Methode bezügliche Gültigkeit. *Z.*

Anwendung des Phosphorbronzedrahtes.

Von Lazare Weiller. Zeitschrift für angewandte Elektricitätslehre. Bd. IV. Heft 3.

Alle Zeitschriften für Elektricitätslehre beschäftigen sich in letzter Zeit sehr viel mit den Vortheilen des Phosphorbronzedrahtes, welcher zuerst in Belgien zur Herstellung von oberirdischen Telephonlinien verwandt wurde und sich hierbei als sehr vortheilhaft bewährt hat. Kurz zusammengefasst sind die Eigenschaften des Phosphorbronzedrahtes folgende: er ist im Freien unoxydirbar, erfordert einen sehr geringen Durchmesser, besitzt ferner eine sehr bedeutende Zugfestigkeit und eine grosse Leitungsfähigkeit.

Zur Erläuterung sei angeführt, dass während beim Eisendraht ein Durchmesser von 4 mm erforderlich ist, beim Phosphorbronzedraht dagegen ein solcher von 0.8 bis 1.1 mm genügt, wodurch das Gewicht der Leitungen bedeutend reducirt wird; denn während 1 Kilometer Eisendraht von 4 mm Durchmesser 110 kg wiegt, haben die angeführten Phosphorbronzedrähte nur ein Gewicht von resp. 4.5 und 7 kg. Die Zugfestigkeit dieses Drahtes ferner beträgt ca. 100 kg pro qmm und die Leitungsfähigkeit der Phosphorbronze ist nach den neuesten Messungen von Vivarez (L'Électricien 1882. Nr. 18) gleich $^1/_3$ derjenigen des Kupfers und 2,6 mal grösser als diejenige des Eisens. *R.*

Versuche über Festigkeit und Leitungsfähigkeit des Phosphorbronzedrahtes.

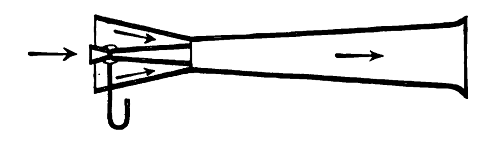
Elektrotechn. Zeitschrift. 1882. Heft III.

An genannter Stelle werden die Resultate der Versuche gegeben, welche die deutsche Reichs-Telegraphenverwaltung über die Zugfestigkeit und Leitungsfähigkeit des Phosphorbronzedrahtes angestellt hat. Untersucht wurden verschiedene Drahtsorten von zwei Lieferanten: als durchschnittliche Zugfestigkeit ergaben die beiden Lieferungen pro qmm Querschnitt bezw. ca. 39 und 58 kg. Der durchschnittliche Leitungswiderstand derselben betrug bei einer Temperatur von +18° C. für 1000 m Länge und 1 qmm Querschnitt bezw. ca. 107 und 103 S.-E. Diese Resultate weichen von den Angaben über Lazare Weiller's Phosphorbronzedraht (s. L'Électricien. Nr. 18 und Zeitschrift f. angew. Elektricitätslehre Bd. IV Nr. 3 S. 63) ganz bedeutend ab, da nach denselben die Zugfestigkeit dieses Phosphorbronzedrahtes 90—120 kg pro qmm beträgt, der Leitungswiderstand dagegen nur 50 S.-E. für 1000 m Länge u 1 qmm Querschnitt. — Ueber die Bezugsquelle der beiden Drahtsorten ist nichts Näheres angegeben; doch können so abnorme Differenzen zwischen diesem und dem Weiller'schen Phosphorbronzedrahte wohl nur durch grosse Verschiedenheiten ihrer Qualitäten erklärt werden. *R.*

Ein empfindliches Anemometer.

Von Bourdon. Compt. Rend. 94. S. 229.

Die saugende Wirkung, welche ein durch ein doppelt-conisches (Venturi'sches) Rohr getriebener Flüssigkeitsstrom an der Stelle des Zusammentreffens der Conen erzeugt, wird nach dem Verf. dadurch stark vermehrt, dass man ein zweites doppelt-conisches Rohr von kleineren Dimensionen in dem ersteren, und selbst in dem zweiten noch ein drittes derartiges Rohr anbringt und zwar so, dass die Mündungen der engeren Röhren an der engsten Stelle der weiteren liegen. Um die Grösse der saugenden Wirkung zu messen, wird zwischen den beiden Conen der engsten Röhre ein kleiner Zwischenraum gelassen, dieser mit einem Mantel umgeben und der Unterdruck im letzteren durch ein Wassermanometer gemessen. Verf. schlägt das Princip zur Messung von Windgeschwindigkeiten



in Schachten von Bergwerken für meteorologische Beobachtungen und der Geschwindigkeit von Wasserströmungen vor. -- Die Wirkung der Vermehrung der Röhren wird durch folgende, im Original ausführlicher mitgetheilte Tabelle veranschaulicht:

Windgeschwindigkeit in $\frac{1 \text{ m.}}{1 \text{ sec.}}$	Angaben des Wassermanometers		
	Bei 1 Röhre	Bei 2 Röhren	Bei 3 Röhren
	mm	mm	mm
1,10	0,3	0,9	4
2,30	1,3	4,6	17
3,70	3,5	14	56
8	17	70	290
12,70	45	190	800

T.

Kleinere Notizen.

Regulirung der Aufstellung eines Aequatoreals. Von Ch. André. Compt. Rend. **94.** S. 410.

Verf. beschreibt eine Methode, die Aufstellung eines Aequatoreals zu reguliren, deren sich der Mechaniker E. Brunner bei der Montirung eines 6-zölligen Aequatoreals der Sternwarte zu Lyon bedient hat. Im Grossen und Ganzen ist das Verfahren das gewöhnliche; neu dürfte die Art und Weise sein, wie die Horizontirung der Declinationsaxe erfolgt. Es geschieht dies mittels eines Niveaus, welches auf einen möglichst vollkommen gearbeiteten Cylinder aufgestellt wird der Cylinder wird, in der Verlängerung der Declinationsaxe, an das Fernrohr befestigt und ist mit einer Correctionsschraube, senkrecht zu dieser Axe, versehen.

Das Objectiv des erwähnten 6-zölligen Aequatoreals wird sehr gelobt; Verf. erwähnt, dass es, bei Anwendung einer 200-fachen Vergrösserung, den Begleiter von γ Andromedae zerlegt habe, eine Leistung, welche nach Verf. bis jetzt nur einmal mit einer Oeffnung von 6 Zoll erreicht ist.

Registrirendes Voltameter. Von Th. A. Edison in Menlo Park, N. J. D. R. P. 16661 v. 23. November 1880.

Der Apparat hat speciell den Zweck, die an verschiedene Consumenten abgegebene Elektricitätsmenge zu messen. Zu diesem Zwecke wird ein bestimmter Antheil des Stromes durch eine Zersetzungszelle (Metallvoltameter) geleitet, deren ausbalancirte Elektroden an einer drehbaren Axe befestigt sind und eine Drehung dieser Axe bewirken, sobald unter der elektrolytischen Wirkung des Stromes eine gewisse Gewichtsdifferenz beider Elektroden durch Metallablagerung auf der einen, als Kathode der Zersetzungszelle wirkenden Elektrode erreicht ist. Durch diese Drehung der Axe wird der registrirende Zählapparat in Thätigkeit gesetzt, gleichzeitig aber die Richtung des Stromes in der Zersetzungszelle umgekehrt, wodurch nunmehr die Elektroden ihre Rollen vertauschen, indem die Kathode zur Anode wird und umgekehrt. Das auf ersterer abgelagerte Metall löst sich ab und schlägt sich auf der anderen, jetzt als Kathode wirkenden Elektrode nieder, beschwert diese und bewirkt eine entgegengesetzte Drehung der Axe, die aber ebenfalls ein Fortrücken des Zählapparates zur Folge hat.

Telethermoindicator. Von C. Theod. Wagner in Wiesbaden. D. R. P. 16559 v. 13. Jan. 1881.

Ein gewöhnliches Metallthermometer in Spiralform ist in dem zu beobachtenden Raum aufgestellt und mit einem Tableau elektrisch verbunden, welches im Wesentlichen mit demjenigen der Haustelegraphie übereinstimmt und an einer beliebigen anderen Stelle die in dem zu beobachtenden Raume herrschende Temperatur abzulesen gestattet.

Schallgeschwindigkeitsmesser mit Regulirung nach verschiedenen Temperaturen. Von W. du Nord in Wien. D. R. P. 15529 v. 17. Nov. 1880.

Der Apparat zeigt als Entfernungsmesser in bekannter Weise die Zeit zwischen Wahrnehmung eines Lichtstrahles und eines Schalles (bei Geschützen) durch Ingangsetzen und Arretiren eines Laufwerkes in Längeneinheiten an. Auf die schwankenden Einflüsse der Temperatur ist dabei in folgender Weise Rücksicht genommen. Ein durch das Uhrwerk getriebenes Rädchen dient als Steigrad und wird durch die Schwingungen einer Feder ausgelöst. Da die Schwingungen dieser Feder je nach der Temperatur verschiedene sind, so wird die Amplitude der Schwingungen

durch eine Schraube regulirt, deren Drehung durch einen aufgesteckten Zeiger, welcher auf einer empirisch gefundenen Temperaturscale spielt, bewirkt wird. Beim Gebrauche stellt man nur den Zeiger auf die herrschende Temperatur, um die Feder gerade so rasch schwingen zu lassen, als der Geschwindigkeit des Schalles bei dieser Temperatur entspricht.

Ueber galvanometrische Messungen an Elementen mit Wasserstoffsuperoxyd. Von A. Koenig. Verhandl. d. physik. Ges. in Berlin. Sitzung vom 17. Febr. 1882.

Landolt hatte den Vorschlag gemacht, bei der jetzt fabrikmässig betriebenen Herstellung von Wasserstoffsuperoxyd in den Greve'schen und Bunsen'schen Elementen die Salpetersäure durch eine Lösung von Wasserstoffsuperoxyd in Wasser wenigstens in den Fällen zu ersetzen, in welchen die Entwicklung der salpetrigsauern Dämpfe vermieden werden muss. Der Verf. hat durch seine Messungen nachgewiesen, dass die so gewonnenen Elemente den Elementen mit Salpetersäure merklich nachstehn und einen immer noch recht beträchtlichen Kostenaufwand bedingen.

T.

Elektro-magnetischer Ringapparat. Von Dr. Pacinotti. Engineering. 1881. Nov. 18.

Wir verweisen wegen dieses historisch interessanten Apparates auf Schellen: „Die magneto- und dynamo-elektrischen Maschinen", wo eine genaue Beschreibung und Analyse desselben gegeben und auch die Bedeutung, welche der Apparat für alle späteren Constructionen auf diesem Gebiete gewonnen hat, genügend hervorgehoben ist. *L.*

Tragbare Kettenbatterie. Von Pulvermacher. Compt. Rend. **93**, S. 1020.

In einer von du Moncel der französischen Akademie vorgelegten Mittheilung beschreibt Herr M. Pulvermacher eine neue Form seiner Kettenbatterie, die vermöge ihrer grossen Spannung und Handlichkeit für therapeutische Zwecke vortheilhaft sein soll. Die Glieder der Kette werden aus vergoldeten Kupferröhrchen gebildet, die mit Seitenarmen isolirt so in einander greifen, dass eine Kupferniete den Contact mit der anderen Elektrode herstellt, die aus mit isolirten Zinkdraht bewickelten Eisenstäbchen besteht. Die ganze Kette kann zusammengerollt werden, ohne dass die Elektroden der verschiedenen Elemente sich metallisch berühren, und in einer nicht durchlässigen Büchse in der Tasche getragen werden. Aus der Mittheilung ist nicht ersichtlich, ob der Constructeur annimmt, dass die Kette fortdauernd in der Flüssigkeit gehalten wird oder nicht. In ersterem Falle würde wohl die Polarisation den Vortheil grosser Spannung illusorisch machen.

L.

Projectionstafeln. Von G. Kunz in Brieg. — D. R. P. 16646 v. 24. Mai 1881. Kl. 42.

Der Apparat besteht aus mehreren um eine Axe drehbaren und in beliebiger Lage festzustellenden schwarzlackirten Drahtnetzflächen, behufs räumlicher Darstellung von Linien, Winkeln, Figuren u. s. w. mit Hülfe von Stäbchen oder anderen ähnlichen Hülfsmitteln, die mit ihren Enden in die Maschen der Netze eindringen und sich dadurch in ihrer Lage erhalten. Die Projection der auf diese Weise im Raume dargestellten Figuren auf den Netzflächen lässt sich mit Kreide oder dergleichen herstellen und leicht wieder entfernen.

Lactodensimeter. Von G. Recknagel in Kaiserslautern. — D. P. R. 16632 v. 26. Nov. 1880. Kl. 80.

Nach dem im Patentblatt enthaltenen Auszuge scheint es sich um ein aus Metall hergestelltes Aräometer zu handeln, dessen Scalenrohr mit der Spindel durch ein Hartgummistück verbunden ist. Jede Einheit der dritten Decimale des specifischen Gewichtes ist durch ein Intervall von 5 mm ausgedrückt und in fünf gleiche Theile getheilt. Die Theilung ist also eine grosse; ausserdem ist vermöge des unmittelbaren Anliegens der Flüssigkeit an den Theilstrichen der Metallscala ein Ablesungsfehler durch Parallaxe ausgeschlossen.

Apparat zum Messen der Concavität oder Convexität optischer Gläser. Von G. Paus in Hamburg. D. R. P. 16648 v. 28. Mai 1881. Kl. 42.

Eine Art Sphärometer, bei dem die Bewegung des auf der Wölbung der Linse tastenden Metallstiftes durch ein Hebelwerk auf einen Zeiger mit Scale übertragen wird.

Neuerungen an Ziehfedern. Von G. Tulda in Berlin. D. R. P. 16687 v. 28. Mai 81. Kl. 42.

Die Ziehfedern werden aus einem Stück Blech von geeignetem Metall in einem Stück ausgeschlagen und dann die beiden Schenkel der Ziehfedern durch Drücken oder Biegen in die ent-

sprechende Stellung zu einander gebracht. Es werden verschiedene Formen vorgeschlagen; die Federn können, da sie billig herzustellen sind, bei Unbrauchbarkeit leicht durch neue ersetzt werden.

Neuerungen an secundären galvanischen Batterien. D. R. P. der Société Générale d'Électricité (Procédés Jablochkoff) in Paris. D. R. P. 16319 v. 27. April 1881. Kl. 21.

Während Planté und Faure Elektroden mit einem porösen oder schwammigen Ueberzug von Metalloxyden anwenden, sind bei den vorliegenden Batterien Elektroden mit polirter Oberfläche benutzt. Die Polarisationsfähigkeit derselben wird dadurch erhöht, dass sie von einer Schicht öliger, fetter oder harziger Körper umgeben sind. Als solche Körper werden namentlich Kohlenwasserstofföle bezeichnet. Die Flüssigkeit schwimmt auf einer niedrigen Wasserschicht; die beiden aus spiralförmig aufgewundenen Platten von polirtem Metall, z. B. Silber, tauchen so tief ein, dass ihre Spitzen noch in das Wasser reichen.

Neuerungen in elektrischer Beleuchtung. J. E. H. Gordon in Dorking, Surrey in England. D. R. P. 16431 v. 7. Jan. 1881. Kl. 21.

Die Neuerungen beziehen sich auf solche Lampen, bei denen das elektrische Licht durch Glühen von Metallkörpern und speciell von Körpern aus werthvollen Metallen, wie z. B. Iridium, hervorgebracht wird, und bezwecken die Wiedergewinnung der verflüchtigten Metalltheilchen. Zu diesem Zweck ist die Glocke, in welcher sich die Iridiumtöpfe befinden, mit einem schornsteinartigen Aufsatz versehen, welcher mit einem weder durch die Luft, noch durch die sich absetzenden Metalltheilchen chemisch angreifbaren Material, wie z. B. Glaswolle, angefüllt ist. Durch eine am unteren Theile der Glasglocke befindliche Oeffnung tritt kalte Luft ein, der entstehende Luftzug reisst die verflüchtigten Metalltheilchen mit sich sich fort und führt sie durch die Glaswolle, woselbst sie sich absetzen, um daraus wieder gewonnen zu werden. Damit die aufsteigende Luft möglichst durch die Mitte des Aufsatzes strömt, ist dieser mit horizontalen Rippen auf seiner inneren Wandung versehen.

Telemikroskop. Von O. W. Lossner in Chemnitz. D. R. P. 16672 v. 5. Apr. 81. Kl. 42.

Das Instrument besteht in der Combination eines Mikroskopes mit einem Teleskop. Dasselbe enthält ein Objectiv von verhältnissmässig grosser Brennweite, welches allein ein volles Bild des Objectes geben würde. In den Gang der Strahlen dieses Objectives wird das Objectiv eines Taschenfernrohres eingeschaltet, welches in Combination mit dem anderen Objectiv ein etwas verkleinertes Bild ergiebt. Dieses letztere wird nun durch ein Vierlinsenocular beliebig vergrössert.

Für die Werkstatt.

Mittel vom Verkupfern und Bronziren von Zink. Maschinenbauer 1882. Heft 12.

Zur Verkupferung von Zinkgegenständen, Stativen, ornamentalen Gussstücken etc. verwendet man mit Vortheil ein Gemisch aus den Lösungen von 15 Theilen Kupfervitriol und 19 Theilen Cyankalium, dem 160 Theile gewöhnlichen Pfeifenthons zugesetzt werden.

Eine Lösung von 15 Theilen Grünspahn, 19 Theilen Weinsteinrahm und 30 Theilen crystallisirter, pulverförmiger Soda in Wasser, mit 160 Theilen Pfeifenthon vermischt, wird zum Bronziren des Zinks benutzt. Ein anderes Mittel für denselben Zweck erhält man durch Mischung von 15 g Kupfervitriol, 20 g calcinirter Soda und 20 ccm Glycerin, denen 80 Theile Pfeifenthon zugesetzt werden.

Diese zähen Gemische finden in der Art Anwendung, dass die vorher gut gereinigten Zinkgegenstände mittels eines die Anstrichfarbe aufnehmenden leinenen Lappens frottirt und alsdann getrocknet werden. *B.*

Ein Firniss als Deckgrund zum Schreiben auf Glas, Porzellan etc. Maschinenbauer 1882. Heft 12.

Um Glas- oder Porzellangegenstände, Flaschen, Trichter u. s. w. mittels Tinte oder Bleistift mit Bezeichnungen zu versehen, überzieht man sie mit einem Firniss, der aus 30 g Sandarak und 30 g Mastix, die unter Zusatz geringer Mengen Benzin in 500 g Aether gelöst werden, besteht. Um die vollkommene Gleichmässigkeit dieses Ueberzuges zu bewirken, wird derselbe nach seiner Auftragung auf die betreffenden Gegenstände mit Petroleum polirt. *B.*



Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Buchdruckerei von Gustav Schade (Otto Francke) in Berlin N.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Geschäftsführender Ausschuss der Herausgeber:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. **H. Landolt**, Vorsitzender. **R. Fuess**, Beisitzer. Reg.-Rath Dr. **L. Loewenherz**, Schriftführer.

Redacteur: Dr. Georg Schwirkus.

II. Jahrgang. **Mai 1882.** Fünftes Heft.

Der Faden-Distanzmesser.

Von

Professor Dr. **Wilhelm Tinter** in Wien.

II. Veränderlichkeit des Werthes der Constanten.

Zum besseren Verständnisse mögen hier die Gleichungen zur Bestimmung der Distanz für die wesentlichsten Constructionsarten des Fadendistanzmessers wiederholt werden; unter Beibehaltung der gewählten Bezeichnungen ist

1. für den Fadendistanzmesser nach Reichenbach

a) bei Anwendung des Oculares nach Ramsden:

$$\Delta = \frac{L}{b} \cdot B + c \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 1)$$

$$C = \frac{L}{b} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 2) \qquad w'' = \frac{b}{L \cdot \sin 1''} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 3_o)$$

b) bei Anwendung des Oculares nach Huyghens:

$$\Delta = \frac{L' - f'}{L'} \cdot \frac{L}{b} \cdot B + c \quad . \quad 1')$$

$$C = \frac{L' - f'}{L'} \cdot \frac{L}{b} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 2') \qquad w'' = \frac{b \cdot L'}{L\,(L' - f')\sin 1''} \quad . \quad . \quad 3_o')$$

2. Für den Fadendistanzmesser nach Porro:

$$\Delta = \frac{L L'}{b\,(L + L' - \delta)}\, B \quad . \quad . \quad 26)$$

$$C = \frac{L L'}{b\,(L + L' - \delta)} \quad . \quad . \quad . \quad 27) \qquad w'' = \frac{b\,(L + L' - \delta)}{L L' \sin 1''} \quad . \quad . \quad 3_o'')$$

Wenn man C für die entsprechende Construction wählt, ist für den Distanzmesser nach Reichenbach

$$\Delta = C \cdot B + c \quad . \quad . \quad . \quad 3),$$

für den Distanzmesser nach Porro

$$\Delta = C \cdot B \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 26')$$

Der Werth c hängt von der Brennweite L des Objectives und dem Abstande δ des ersten Hauptpunktes desselben von der horizontalen Drehaxe des Instrumentes

ab; von diesen beiden Längen ist nur δ veränderlich und zwar in Folge verschiedener Temperaturen, welche Aenderung bei einem in seiner Mitte gehaltenen Fernrohre von 0·5 m Länge bei einer Temperaturdifferenz von 30° C. noch nicht 0·2 mm erreichen wird, eine Grösse, welche bedeutend kleiner ist, als der Fehler, welcher der Bestimmung von c nach der einen oder nach der anderen Methode, dieselbe äusserst sorgfältig angewendet, anhaften wird.

Man kann daher die Aenderung in c, als verschwindend klein, vernachlässigen.

Der Werth C ist bei den drei angegebenen Constructionen des Fadendistanzmessers ausser dem Abstande b der Distanzfäden und der Brennweite L des Objectives noch abhängig bei Anwendung des Oculares nach Huyghens von der Brennweite L' des Collectives und dem Abstande f' des Fadenkreuzes von der Collectivlinse und bei dem Distanzmesser nach Porro von der Brennweite L' der Collectivlinse und dem Abstande δ dieser von dem Objective. Aenderungen im Werthe C können nur durch eine Aenderung von b, f' und δ erklärt werden; sieht man von jenen Aenderungen in b, f' und δ hier ab, welche wegen Erreichung eines bestimmten Werthes der Constanten erforderlich sind und durchgeführt werden müssen, so können, eine solide Construction vorausgesetzt, in den drei genannten Grössen Aenderungen durch verschiedene Temperaturen und in b auch noch durch einen verschiedenen Feuchtigkeitsgrad der Luft hervorgerufen werden.

Wenn dem Einflusse der Feuchtigkeit der Luft auf die Fäden Erwähnung gethan wird, so darf man sich denselben nicht so weit gehend denken, dass eine Formveränderung des einen oder des anderen Fadens durch das Ansehen mit Hülfe des Oculares erkannt werden kann; ein derartiger Zustand des Fadennetzes darf bei dem Beobachten keinesfalls zugelassen werden.

Sucht man nun für die drei Constructionen des Fadendistanzmessers die Aenderung im Werthe der Constanten C, bezw. im Werthe des mikrometrischen Winkels w, wenn sich jene Grössen, von denen C abhängig ist und welche sich durch die genannten Ursachen nur ändern können, um bestimmte Grössen ändern, so hat man

für 1*a*):

$$\left.\begin{aligned} dC &= -C\cdot\frac{db}{b} = -\frac{C}{b}\cdot db \\ \text{oder}\quad dC &= -C\cdot\frac{dw}{w} = -\frac{C}{w}\cdot dw \\ dw'' &= \frac{db}{L\sin 1''} \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots \quad 30)$$

für 1*b*):

$$\left.\begin{aligned} dC &= C\sqrt{\frac{1}{b^2}\cdot\overline{db}^2 + \frac{1}{(L'-f')^2}\cdot\overline{df'}^2} \\ dw &= w\sqrt{\frac{1}{b^2}\cdot\overline{db}^2 + \frac{1}{(L'-f')^2}\cdot\overline{df'}^2} \end{aligned}\right\} \quad \ldots \quad 31)$$

für 2):

$$\left.\begin{aligned} dC &= C\sqrt{\frac{1}{b^2}\cdot\overline{db}^2 + \frac{1}{(L+L'-\delta)^2}\cdot\overline{d\delta}^2} \\ dw &= w\sqrt{\frac{1}{b^2}\cdot\overline{db}^2 + \frac{1}{(L+L'-\delta)^2}\cdot\overline{d\delta}^2} \end{aligned}\right\} \quad 32)$$

Die Gleichungen 30, 31 und 32 sollen zur Zahlenrechnung dienen, u. zw.:

1*a*) für ein Fernrohr mit $L = 221$ mm, $C = 99 \cdot 5$, $db = 0 \cdot 001$ mm;
man findet hiermit: $dw = 0 \cdot 93''$, $dC = 0 \cdot 044$;

1*b*) für ein Fernrohr mit $L = 340$ mm, $L' - f' = 17 \cdot 0$ mm, $C = 137 \cdot 0$,
$db = 0 \cdot 002$ mm, $b = 3 \cdot 800$ mm $df' = 0 \cdot 0048$ mm;
man findet:
$dw = 0 \cdot 95''$ $dC = 0 \cdot 09$;

2) für ein Fernrohr mit $L = 345$ mm, $L' = 126$ mm, $\delta = 237$ mm, $C = 201 \cdot 0$,
$b = 0 \cdot 92$ mm, $db = 0 \cdot 00052$ mm, $d\delta = 0 \cdot 1344$;
man findet:
$dw = 0 \cdot 59''$ $dC = 0 \cdot 12$.

Die Werthe db, df', $d\delta$, wie sie hier in Rechnung genommen wurden, sind solche, welche einer Temperaturänderung von 30° C. entsprechen; man erkennt, dass die Fehler in C, bezüglich in w nicht viel über jene Grenzen hinausgehen, welche man bei der Ermittelung von C oder w überhaupt einhalten kann.

Es fragt sich nun, ob der Werth der Constanten C bezw. der Werthe w an den in Verwendung gebrachten Fadendistanzmessern Veränderungen erfahren hat, welche in diese hier angegebenen Grenzen fallen, oder ob diese Veränderungen dieses Maass überschreiten.

Bei der Erörterung dieser Frage können selbstverständlich nur solche Werthbestimmungen von C in Betracht kommen, welche systematisch und auf wissenschaftlicher Grundlage durchgeführt worden sind.

Solche Beobachtungen finden sich erst in den Publicationen über die für die europäische Gradmessung ausgeführten Präcisions-Nivellements in der Schweiz[1]) und in Bayern[2]).

Die Instrumente für die Präcisions-Nivellements haben einerseits zur Vervielfältigung der Beobachtungen, andererseits zur Bestimmung der Horizontaldistanz drei Horizontalfäden. Derartige Arbeiten würden die Bestimmung der Constanten nicht nur vor und nach, sondern auch während der Feldarbeit erfordern und zwar mit Angabe der hierauf Einfluss übenden Umstände. Zur Reduction der an den beiden äusseren Horizontalfäden gemachten Lesungen auf den Mittelfaden ist die Differenz der mikrometrischen Winkel, gebildet von der Visirebene des Mittelfadens, mit jeder durch die beiden äusseren Horizontalfäden gebildeten Visirebene nothwendig, welche Differenz aber einen Aufschluss darüber geben kann, wie im Allgemeinen die Aenderung der Lage der äusseren Fäden gegen den Mittelfaden oder umgekehrt stattgefunden hat.

In der Schweiz und in Bayern wurde mit je zwei Instrumenten beobachtet; die zwei Instrumente der Schweiz sind aus dem mechanischen Institute von Kern in Aarau hervorgegangen; die drei Horizontalfäden sind auf derselben Platte, also in unveränderlicher Entfernung gegen einander aufgezogen; die Oculare sind nach Ramsden.

Die in Bayern angewendeten Instrumente stammen aus dem mechanischen Institute von Ertel in München; sie haben das Ocular nach Huyghens, die äusseren

---

[1]) Nivellement de Précision de la Suisse, exécuté par la commission géodésique fédérale sous la direction de A. Hirsch et E. Plantamour, I—VII Livraison. Genève et Bâle 1867—1880.

[2]) Das Bayerische Präcisions-Nivellement. Fünfte Mittheilung von Carl Max von Bauernfeind. München 1879.

[illegible] construction, welche jener in Fig. 1 und 2

[illegible] Werthe der Constanten, wie sie in [illegible] den verschiedenen Jahren erhalten [illegible] und Uebersichtlichkeit wegen habe [illegible] so für die Angaben in der Schweiz [illegible] beiden Fäden, für die Angaben in [illegible] beigesetzte römische Ziffer bedeutet [illegible] anzunehmenden Monates, in welchem die [illegible] worden ist.

[illegible] erwähnen, dass beziehentlich über die Jahre [illegible] genannten Publicationen wohl noch [illegible] Winkel w vorkommen; dieselben beziehen [illegible] die betreffenden Instrumente beschädigt [illegible] Mechaniker abgegeben werden mussten; sie [illegible] Zweck.

[illegible] Grenzen der Grössen: mikrometrischer [illegible] der äusseren Fäden, sowie die Differenz [illegible] Minimalwerthe dieser Grössen, wie sie sich für [illegible] Periode der Untersuchung ergeben haben,

[illegible] auch dem Einflusse der Aenderung der [illegible] äusserst wünschenswerth gewesen, wenn Auf- [illegible] und Feuchtigkeitsverhältnisse zur Zeit der Con- [illegible] wären; leider fehlen diese Angaben.

Schweiz. Instrument I. *Tabelle 1.*

[illegible]	[illegible]	w	w_1	w_2	$\frac{1}{3}(w_1 - w_2)$	b
						mm
[illegible]	[illegible]	[illegible] ± 0·12	210·77	198·20	+ 4·188 ± 0·07	0·8141
[illegible]	[illegible]	[illegible] ± 0·33	208·73	199·50	+ 3·075 ± 0·09	0·8126
[illegible]	[illegible]	[illegible] ± 0·22	204·34	206·34	− 0·666 ± 0·07	0·8175
[illegible]	[illegible]	[illegible] ± 0·27	204·32	205·28	− 0·320 ± 0·07	0·8153
[illegible]	[illegible]	[illegible] ± 0·27	204·13	205·48	− 0·450 ± 0·09	0·8154
[illegible]	[illegible]	[illegible] ± 0·31	203·30	206·81	− 1·160 ± 0·12	0·8164
[illegible]	[illegible]	[illegible] ± 0·35	203·96	205·97	− 0·670 ± 0·10	0·8160
[illegible]	[illegible]	[illegible] ± 0·41	204·10	204·82	− 0·240 ± 0·06	0·8140
[illegible]	[illegible]	[illegible] ± 0·38	207·27	206·42	+ 0·283 ± 0·09	0·8235
[illegible]	[illegible]	[illegible] ± 0·48	208·59	205·47	+ 1·040 ± 0·08	0·8243
[illegible]	[illegible]	[illegible] ± 0·47	207·38	204·29	+ 1·030 ± 0·07	0·8195

Schweiz. Instrument II. *Tabelle 2.*

[illegible]	[illegible]	w	w_1	w_2	$\frac{1}{3}(w_1 - w_2)$	b
						mm
[illegible]	[illegible]	[illegible] ± 0·08	213·14	202·01	+ 3·710 ± 0·06	0·8182
[illegible]	[illegible]	[illegible] ± 0·20	212·90	200·63	+ 4·090 ± 0·04	0·8150
[illegible]	[illegible]	[illegible] ± 0·19	212·31	200·49	+ 3·940 ± 0·12	0·8135
[illegible]	[illegible]	[illegible] ± 0·35	212·96	200·33	+ 4·210 ± 0·12	0·8145
[illegible]	[illegible]	[illegible] ± 0·37	212·17	200·56	+ 3·870 ± 0·12	0·8134
[illegible]	[illegible]	[illegible] ± 0·13	212·50	200·38	+ 4·040 ± 0·13	0·8137

Bayern.

Tabelle 3.

Zeit der Bestimmung	Instrument I			Instrument II		
	cotg w	w	b	cotg w	w	b
		"	mm		"	mm
1868	137·76	1497·3 ± 0·9	3·775	—	—	—
1869	137·41	1501·0 ± 0·3	3·785	136·32	1513·1 ± 0·5	3.815
1870	137·93	1495·4 ± 0·3	3·770	136·39	1512·3 ± 0·2	3.813
1871	137·76	1497·3 ± 0·4	3·775	136·33	1513·0 ± 0·3	3.814
1872	137·09	1504·6 ± 0·7	3·793	137·17	1503·7 ± 0·7	3.791
	137·16	1503·8 ± 0·2	3·791	137·07	1504·8 ± 0·4	3.794
1873	136·56	1510·4 ± 0·6	3·808	137·12	1504·2 —	3.792
	136·85	1507·2 ± 0·6	3·800	137·12	1504·2 —	3.792
1874	136·41	1512·1 ± 0·8	3·812	137·35	1501·7 ± 0·7	3.786
	137·00	1505·6 ± 0·8	3·796	138·54	1488·8 ± 0·7	3.753
1875	137·06	1504·9 ± 0·7	3·794			
	136·99	1505·7 ± 0·6	3·796			
	137·08	1504·7 ± 0·7	3·793			
1876	137·37	1501·5 ± 0·8	3·785			
1877	136·92	1506·4 ± 0·04	3·798			
	137·18	1503·6 ± 0·10	3·791			
1878	136·92	1506·4 ± 0·1	3·798			
	137·17	1503·7 ± 0·1	3·791			
	137·32	1502·1 ± 0·1	3·787			

Tabelle 4.

Land	Instrument	Innerhalb der Zeit von	ist w Minim.	Maxim.	Differ.	ist C Minim.	Maxim.	Differ.	ist b Minim.	Maxim.	Differ.
			"	"	"				mm	mm	mm
Schweiz	I	11 Jahren	408·23	414·05	5·82	498·16	505·27	7·11	0·8126	0·8243	0·0117
	II	10 „	412·72	415·15	2·43	496·84	499·77	2·93	0·8134	0·8182	0·0048
Bayern	I	10 „	1495·4	1512·1	16·7	136·41	137·93	1·52	3·770	3·812	0·0420
	II	5 „	1488·8	1513·1	24·3	136·32	138·54	2·22	3·753	3·815	0·0620

Seit mehr als zwei Jahren habe ich mit fünf Instrumenten, welche der Lehrkanzel der praktischen Geometrie an der Wiener technischen Hochschule gehören und welche die für Fadendistanzmesser gebräuchlichen Constructionsarten haben, zu verschiedenen Zeiten und bei verschiedenen Temperaturen die Constantenbestimmung durch Messung des mikrometrischen Winkels vorgenommen. Die Nummern dieser Instrumente, sowie die Daten über die Leistungsfähigkeit des Fernrohres und über die Construction des Fadendistanzmessers sind in Tabelle 5 angegeben.

Tinter.

Tabelle 5.

Nummer oder Name des Instrumentes	Objectiv Brennweite	Oeffnung	Ocular von	Construction des Fadendistanzmessers
	mm	mm		
2077	212	26	Steinheil	Die 3 Horizontalfäden in
3257	212	26	„	unveränd. Entf. befestigt.
3406	185·7	33	„	Nach Porro, *Fig. 6.*
Kreuter-Ertel	345	29	Huyghen	Nach Ertel, *Fig. 1 u. 2.*
Wagner-Starke	320	28	Steinheil	Nach Starke, *Fig. 3 u. 4.*

Die drei erst genannten Instrumente werden von den Studirenden bei den Vorübungen und bei den grösseren Messübungen auf dem Lande, welche in den Monat Mai fallen, verwendet; es ist leicht erklärlich, dass dieselben nicht jene sorgfältige

Horizontalfäden sind beweglich
dargestellten fast analog ist.

In den Tabellen 1, 2 und
den genannten Ländern bei de
worden sind, zusammengestell
ich die eine und andere Re
den Werth $C =$ cotg w und
Bayern den Fehler in w.
die Zahl des aus diesen
Untersuchung für die C

Es erscheint auch
1875, 1877 und 1879
Werthangaben für die C
sich aber auf geände
worden waren und z
liefern nicht mehr Da

In der Tabelle
Winkel w, Consta
zwischen dem Ma
die einzelnen Ins
aufgeführt.

Da man die
Temperatur zu
schreibungen ü
stantenbestimm

[illegible] Instrumente, welche von erfahrenen [illegible] worden sind. Nach jeder Ver- [illegible] Fäden selbst ist aber seit der [illegible] vorgenommen worden.
[illegible] mikrometrischen Winkel- [illegible] setzt.
[illegible] sind in den Tabellen 6, 7, [illegible] in Tabelle 11 übersichtlich

[illegible]

Tabelle 6.

w_1	w_2	b
		mm
—	—	2·1464
[illegible] ± 0·31	1030·93 ± 0·25	2·1475
[illegible]6 ± 0·30	1031·95 ± 0·23	2·1486
—	—	2·1483
—	—	2·1466
—	—	2·1465
[illegible]6 ± 0·21	1029·76 ± 0·21	2·1459

[illegible]

Tabelle 7.

w_1	w_2	b
		mm
—	—	2·1267
—	—	2·1282
1023·83 ± 0·18	1046·51 ± 0·32	2·1254
1022·46 ± 0·30	1047·64 ± 0·21	2·1270
—	—	2·1267
1021·82 ± 0·23	1046·38 ± 0·31	2·1261
—	—	2·1271
1022·10 ± 0·26	1048·56 ± 0·27	2·1289
—	—	2·1273
1023·58 ± 0·19	1047·21 ± 0·26	2·1287

Zeit der Bestimmung

1866
1867
1869
1870
1871
1872
1872
1873
1875
1876
1877

Instrument 3406.

Tabelle 8.

w_1	w_2	b
		mm
—	—	0·9230
501·89 ± 0·22	525·98 ± 0·29	0·9238
—	—	0·9235
—	—	0·9232
500·03 ± 0·35	526·80 ± 0·17	0·9238
498·69 ± 0·38	528·12 ± 0·35	0·9239
—	—	0·9238
—	—	0·9233
—	—	0·9230
499·21 ± 0·30	525·96 ± 0·35	0·9230

Tachygraphometer Wagner-Starke.

Tabelle 9.

	Temperatur C°	cotg w	w	w_1	w_2	b
						mm
	18·5	99·91	2064·47 ± 0·20	1030·51 ± 0·18	1033·19 ± 0·10	3·2028
[illegible]	11·5	99·92	2064·35 ± 0·26	1030·38 ± 0·24	1033·00 ± 0·28	3·2026
[illegible]	10·0	99·91	2064·42 ± 0·29	—	—	3·2028
V	19·0	99·97	2063·29 ± 0·21	—	—	3·2010
I	27·0	100·02	2062·33 ± 0·35	1029·87 ± 0·23	1032·89 ± 0·25	3·1995
VII	27·0	100·05	2061·69 ± 0·25	1029·34 ± 0·19	1032·33 ± 0·44	3·1985
XII	18·0	99·97	2063·22 ± 0·23	—	—	3·2009
II	8·0	99·93	2064·07 ± 0·37	1031·24 ± 0·25	1032·83 ± 0·31	3·2002

Ertel-Kreuter.

Tabelle 10.

Zeit der Bestimmung	Temperatur C°	cotg w	w	w_1	w_2	b
						mm
1880 IV	—	100·23	2057·65 ± 0·30	1036·83 ± 0·26	1018·50 ± 0·35	3·4416
1881 III	10·0	100·17	2059·17 ± 0·19	—	—	3·4442
III	14·0	100·17	2059·13 ± 0·22	1039·14 ± 0·23	1021·40 ± 0·32	3·4441
IV_9	8·0	100·17	2059·20 ± 0·28	—	—	3·4442
IV_{10}	7·0	100·17	2059·29 ± 0·36	—	—	3·4444
IV_9	20·5	100·01	2062·44 ± 0·21	—	—	3·4496
IV_{10}	16·0	100·10	2060·68 ± 0·25	1039·06 ± 0·27	1021·34 ± 0·28	3·4467
IV_{11}	22·0	100·04	2061·86 ± 0·24	—	—	3·4487
V	16·0	100·12	2060·25 ± 0·35	1038·60 ± 0·24	1021·71 ± 0·31	3·4460
1881 VI	27·0	99·95	2063·72 ± 0·32	1040·91 ± 0·30	1023·13 ± 0·32	3·4518
1881 VII_{10}	27·0	100·25	2057·38 ± 0·31	—	—	3·4412
VII_{11}	22·0	100·23	2057·86 ± 0·41	—	—	3·4420
VII_{15}	19·0	100·26	2057·25 ± 0·26	1038·18 ± 0·22	1020·53 ± 0·73	3·4410
1881 XII_{27}	18·0	100·22	2058·16 ± 0·24	—	—	3·4425
1882 I_{11}	17·0	100·28	2056·97 ± 0·19	—	—	3·4405
I_{23}	11·5	100·29	2056·69 ± 0·21	1037·64 ± 0·41	1018·15 ± 0·47	3·4400
I_{24}	21·0	100·30	2056·29 ± 0·38	1037·00 ± 0·42	1018·62 ± 0·34	3·4393
I_{31}	1·5	100·30	2056·39 ± 0·23	1036·64 ± 0·29	1019·76 ± 0·21	3·4395

Tabelle 11.

Instrument	Innerhalb der Zeit von	ist w Maxim.	Minim.	Differ.	ist C Maxim.	Minim.	Differ.	ist b Maxim.	Minim.	Differ.
		″						mm	mm	mm
2077	3 Jahren	2090·11	2087·43	2·68	98·81	98·69	0·12	2·1486	2·1459	0·0027
3257	9 „	2070·95	2067·52	3·43	99·76	99·60	0·16	2·1289	2·1254	0·0035
3406	3 „	1026·18	1025·18	1·00	201·20	201·00	0·20	0·9239	0·9230	0·0009
Wagner-Starke	1 Jahre	2064·47	2061·69	2·78	100·05	99·95	0·10	3·2028	3·1985	0·0043
Ertel-Kreuter	3 Jahren	2063·72	2056·29	7·43	100·30	99·95	0·35	3·4518	3·4393	0·0125

Nach diesem Beobachtungsmateriale lassen sich folgende gerechtfertigte Schlüsse ziehen:

1. Der Werth der Constanten C kann Veränderungen erleiden, welche weit ausserhalb der Grenzen der Genauigkeit liegen, die bei jeder Einzelbestimmung des Werthes der Constanten erreicht werden können.

2. An jenen Instrumenten, welche die Einrichtung haben, dass der Abstand der Horizontalfäden durch Schräubchen und Federn so adjustirt werden kann, um



für den mikrometrischen Winkel eine gegebene Grösse zu erhalten, ist diese Aenderung beträchtlich grösser als an jenen Instrumenten, wo die Fäden auf einer und derselben Platte in unverrückbarer Entfernung befestigt sind. Siehe Tabelle 3, 9 und 10 gegen die übrigen, sowie Tabellen 4 und 11. Hiebei ist aber besonders bemerkenswerth, dass die Aenderungen im mikrometrischen Winkel bei der Construction nach Ertel viel grösser sind, als bei der Construction nach Starke oder Fennel. Siehe Tabellen 3 und 10 gegen 9.

3. Die Temperaturänderungen haben einen Einfluss auf die Grösse des mikrometrischen Winkels bezw. auf den Werth der Constanten; nur äussert sich dieser Einfluss in verschiedener Weise bei den verschiedenen Constructionsarten des Fadendistanzmessers.

Bei dem Porro'schen Fadendistanzmesser nach der in Fig. 6 dargestellten Construction ist der Einfluss der Temperatur auf den Werth des mikrometrischen Winkels kaum nachweisbar, indem die zwischen 11—28° C. ermittelten Werthe nur solche Abweichungen zeigen, welche durch die den Beobachtungsresultaten noch anhaftenden wahrscheinlichen Fehler erklärt werden können. Siehe Tabelle 8. Es ist dieses durch die Gleichung $w'' = \frac{(L + L' - \delta)\, b}{L\, L'.\, \sin 1''}$ zu erklären; bei einer Zunahme der Temperatur wird nicht nur b, sondern auch der Abstand δ zwischen der Collectivlinse und dem eigentlichen Objective grösser, wodurch aber $L + L' - \delta$ kleiner wird, d. h. mit der Vergrösserung des Werthes b durch eine Temperaturzunahme wird der Factor $L + L' - \delta$ kleiner und umgekehrt; die eingeschaltete Linse wirkt gleichsam compensirend.

Wenn man verlangt, dass bei dieser Construction für irgend eine Temperaturänderung dw gleich Null sein soll, so muss nach Gleichung 32)

$$\frac{db}{b} = \frac{d\delta}{L + L' - \delta}, \quad \text{d. i.}$$

$$\frac{db}{d\delta} = \frac{b}{L + L' - \delta} \qquad . \; . \; . \quad 33)$$

sein.

Bei dem Instrumente 3406 ist dieses Verhältniss unbewusst nahezu eingehalten worden; denn es ist für irgend eine Temperaturänderung von T Graden, wenn α den Ausdehnungscoefficienten bedeutet, Fadenplatte und Röhren aus demselben Metalle vorausgesetzt werden,

$$db = \alpha\,.\,T\,.\,b \quad \text{und} \quad d\delta = \alpha\,.\,T\,.\,\delta$$

mithin

$$\frac{db}{d\delta} = \frac{b}{\delta} = \frac{0{\cdot}92}{237{\cdot}00} = \frac{1}{257},$$

und da bei der ausgeführten Construction

$$\frac{b}{L + L' - \delta} = \frac{0{\cdot}92}{234{\cdot}00} = \frac{1}{254}$$

wird, so erkennt man, dass der oben aufgestellten Bedingungs-Gleichung 33) in der That sehr nahe entsprochen ist.

Bei der Construction des Fadendistanzmessers nach Reichenbach mit im gegenseitigen Abstande nicht zu ändernden Distanzfäden sowie bei der Oculareinrichtung nach Starke und nach Fennel sind die Aenderungen im Werthe der Constanten

nahezu gleich, ohne dass es möglich wäre, mit Bestimmtheit die Abhängigkeit der Aenderung der Constanten von der Temperaturänderung angeben zu können; das eine Mal erhält man nahezu denselben Werth für den mikrometrischen Winkel, das andere Mal wieder nicht, wenn zu verschiedenen Zeiten das Instrument dieselbe Temperatur angenommen hat. Behält man selbst die äusseren Grenzen der Aenderungen im Werthe des mikrometrischen Winkels, bezüglich des Werthes der Constanten C bei, so ergiebt sich noch immer ein Fehlerverhältniss kleiner als $^1/_{800}$. Siehe Tabellen 6, 7, 9 und 11.

Bei den in der Schweiz verwendeten Instrumenten fallen die Aenderungen im mikrometrischen Winkel für das Instrument II in dieselben Grenzen wie bei den von mir untersuchten Instrumenten, während für das Instrument I diese Aenderungen beträchtlich grösser sind; nach einer in den genannten Publicationen enthaltenen Bemerkung scheint der Beobachter, um die Fäden von Staubtheilchen zu reinigen, das eine oder das andere Mal mit dem Staubpinsel darüber gefahren zu sein, wodurch wohl bei aller Vorsicht eine Aenderung in dem Fadenabstande eintreten kann.

Bei der Ocularеinrichtung des Reichenbach'schen Distanzmessers nach Ertel sind die Aenderungen des mikrometrischen Winkels, also auch der Constanten C wider Erwarten beträchtlich gross und betragen bei meinen Untersuchungen das 2 bis 3fache, bei den in Bayern verwendeten Instrumenten sogar das 7 bis 10fache jenes Maximal-Werthes der Aenderung des mikrometrischen Winkels an solchen Instrumenten, welche die Fäden in unveränderlicher Entfernung aufgespannt oder welche, wenn die Fäden gegeneinander verstellt werden können, die in den Fig. 3, 4 und 5 dargestellte Einrichtung haben.

Bei dem Instrumente mit der Ocularеinrichtung nach Ertel, welches von mir zur Untersuchung verwendet wurde, ist das Fadennetz niemals gegen die Collectivlinse verstellt worden, und da nach den Angaben in dem Werke über das bayerische Präcisions-Nivellement eine solche Verstellung des Fadennetzes gegen das Collectiv nicht angenommen werden kann, so ist diese ungewöhnlich starke Aenderung fast ausschliesslich auf die Wirkung der ziemlich langen Feder f (Fig. 2) zurückzuführen.

In den verschiedenen Publicationen, welche detaillirte Zeichnungen über die Ocularеinrichtung des Reichenbach'schen Distanzmessers nach Ertel enthalten, ist die Feder f, welche die beiden Plättchen a, worauf die Distanzfäden aufgespannt sind, auseinander zu halten hat, frei, an keinem Theile der inneren Röhre anliegend gezeichnet; bei dem für die Lehrkanzel der praktischen Geometrie gelieferten Instrumente war dieses nicht der Fall, sondern die Feder f lehnte sich nahe in ihrer Mitte an die kleine Röhre r', welche die Ocularlinse trägt, wodurch bei dem Verschieben dieser Röhre gegen das Fadenkreuz, um dasselbe deutlich zu sehen, leicht eine Aenderung in dem Abstande der Distanzfäden eintreten kann.

Ich habe diese Röhre vor den Beobachtungen im Monate Juli 1881 absichtlich weit herausgezogen und dann wieder in die zum deutlichen Sehen des Fadennetzes richtige Entfernung gebracht; in der That ist, wie die Beobachtungen am 10., 11., 15. Juli, am 27. December 1881 und im Jahre 1882 darthun, eine Veränderung des mikrometrischen Winkels hiemit verbunden gewesen.

Wenn man die Aenderung des mikrometrischen Winkels w, bezw. des Werthes der Constanten C auf die Aenderung im Abstande der Distanzfäden übertragen will, so ist dieses wohl nur bei der gewöhnlichen Construction und bei Anwen-



dung des Oculares nach Ramsden oder nach Steinheil, nicht aber bei Anwendung des Oculares nach Huyghens oder bei der Construction nach Porro zulässig, indem bei den zwei letztgenannten Arten noch die Aenderung des Abstandes des Fadennetzes von der Collectivlinse des Oculares, beziehungsweise die Aenderung des Abstandes des Collectives von der achromatischen Objectivlinse in Betracht kommt. Ich glaubte, diese Bemerkung machen zu müssen, um einem etwaigen Missverständnisse, welches dadurch hervorgerufen werden könnte, dass in den betreffenden Tabellen zu dem jeweiligen Werthe der Constanten der zugehörige Fadenabstand angegeben, also gleichsam die Veränderung im mikrometrischen Winkel allein auf den Fadenabstand übertragen erscheint, vorzubeugen; es geschah diese Angabe nur der Vergleichung wegen. In den Formeln 30, 31 und 32 ist ja schon der Einfluss jener Grössen, welche eine Aenderung des mikrometrischen Winkels hervorbringen können, gehörig berücksichtigt worden.

Fasst man demnach die durch die Theorie, noch mehr aber die durch die Erfahrung gewonnenen Resultate über die verschiedenen Constructionsarten des Fadendistanzmessers zusammen, so ergiebt sich, dass die von Ertel dem Oculare gegebene Einrichtung die geringste Gewähr für die Beständigkeit des Werthes der Constanten bietet, während die Einrichtung nach Porro unter gewissen Bedingungen in dieser Beziehung als am vortheilhaftesten erkannt werden muss.

Bekanntlich hat man den Vortheil der Construction nach Ertel in dem Umstande gesucht, dass für die Erreichung desselben Werthes der Constanten die Distanzfäden näher an einander gebracht werden müssen als bei einem Fernrohre mit demselben Objective, aber mit einem Oculare von Ramsden oder Steinheil, mit anderen Worten, man wollte die Distanzfäden von dem Rande des Gesichtsfeldes, an welchem die Bilder bei der damaligen Construction der Oculare weniger vollkommen waren, mehr nach der Mitte desselben verlegen. Seit aber die achromatischen Doppeloculare von Steinheil, das orthoskopische Ocular von Kellner in dieser Hinsicht vollkommen zufrieden stellen, sollte man das Ocular von Huyghens für derartige Zwecke nicht mehr anwenden, und wenn man ferner für die Distanzfäden zur Erreichung eines bestimmten Werthes des mikrometrischen Winkels eine Construction zur Aenderung des gegenseitigen Abstandes haben will, so empfiehlt es sich, die von Starke oder von Fennel angewendete zu wählen.

Bei dem Fadendistanzmesser nach Porro ist es die Collectivlinse, welche als Nachtheil dieser Construction angeführt wird; man behauptet 1. dass durch die Einschaltung dieser Linse die Bilder unvollkommener und lichtschwächer[1]) werden und 2. dass hierdurch das Instrument unnöthigerweise vertheuert werde.

Unter Voraussetzung, dass die Linsengläser, welche zur Verbindung eines Fernrohres nach Porro verwendet werden, ebenso vollkommen ausgeführt sind, wie jene, welche zu einem Fernrohre derselben Leistungsfähigkeit aber ohne die Collectivlinse verwendet worden sind, wird man bei Vergleichung der durch diese beiden Fernrohre erzeugten Bilder eines und desselben Gegenstandes kaum einen erkennbaren Unterschied in der Lichtstärke (wenngleich nach der Theorie ein Lichtverlust eintreten muss), in der Vollkommenheit der Bilder aber gewiss keinen Unterschied an-

---

[1]) Eigentlich ist das Lichtschwächerwerden des Bildes schon als eine Unvollkommenheit aufzufassen; ich lasse aber diese beiden Einwürfe getrennt, weil sie so gemacht worden sind.

zugeben vermögen; mehrfache Vergleichungen in dieser Hinsicht haben mich derart überzeugt, dass ich diesen Ausspruch mit grösster Gewissenhaftigkeit thun kann.

Ein einziger Fall ist mir bei einem Tachymeter französischen Ursprungs vorgekommen, wo die durch das Fernrohr erzeugten Bilder so lichtschwach waren, dass ich den Grund hiefür nicht in der Einschaltung der Collectivlinse erkennen durfte; eine nähere Untersuchung ergab, dass das Objectiv nahe an seiner hinteren Fläche um mehr als den vierten Theil der Oeffnung abgeblendet war, was im Zusammenhange mit der nicht vollkommenen Ausführung des Objectives stand; die Bilder dieses Fernrohres wären also auch ohne das Collectiv so dunkel erschienen.

Was die Vertheuerung eines Instrumentes durch die Einschaltung der Collectivlinse betrifft, so will ich nicht viel Worte darüber sagen. Wenn durch die Hinzufügung einzelner Instrumententheile gewisse nicht zu verkennende Vortheile, sei es bei der Rectification, sei es beim Gebrauche erreicht werden, so sollte man niemals von einer unnöthigen Vertheuerung desselben sprechen. Die oft kaum nennenswerthe Erhöhung des Preises wird durch den Zeitgewinn und die Sicherheit bei der Rectification oder bei dem Gebrauche des Instrumentes reichlichen Ersatz finden.

Zum Schlusse erlaube ich mir noch zu bemerken, dass ich in letzterer Zeit mit der Untersuchung über die Veränderlichkeit des mikrometrischen Winkels an zwei Instrumenten, wovon das eine ein Filarmikrometer zur Distanzbestimmung hat, während das andere statt der Fäden Distanzstriche auf einem planparallelen Glasplättchen (nach Breithaupt) eingeritzt enthält, begonnen habe. Die Resultate dieser Beobachtungen werde ich gelegentlich mittheilen.

Wien, im Februar 1882.

Ueber ein neues Halbschattenpolarimeter.

Von
Prof. Dr. **F. Lippich** in Prag.

Durch Anwendung des bekannten photometrischen Verfahrens, nach welchem zur Vergleichung von Helligkeiten dem Auge zwei Lichtflächen, die längs einer scharfen Grenze aneinanderstossen, dargeboten werden, haben die Polarimeter jene Einrichtung erhalten, die den Halbschattenapparaten zu Grunde liegt. Wenn auch bei der gebräuchlichen Construction dieser Apparate die Halbschattenmethode keine wesentlich höhere Genauigkeit gewährt, als andere polaristrobometrische Methoden, so liegt doch ein Vortheil in der Einfachheit der Anordnung des Instrumentes und namentlich in der Leichtigkeit der Beobachtung, die sie gestattet. Für wissenschaftliche Zwecke dürfte aber auch eine Erhöhung der Genauigkeit wünschenswerth sein und es ist der Zweck der folgenden Zeilen, zu zeigen, wie dies erreicht werden kann. Bevor ich jedoch zur Beschreibung der von mir gewählten Construction schreite, wird es zum besseren Verständniss derselben gut sein, einige Bemerkungen vorauszuschicken.

Jede der beiden Hälften des Gesichtsfeldes, das der Polarisator allein erzeugt, hat eine bestimmte Polarisationsrichtung, und diese beiden Richtungen schliessen einen gewissen kleinen Winkel ε ein, von welchem, bei vorgesetztem Analysator, der Grad der Dunkelheit oder der Beschattung abhängt, wenn die beiden Gesichts-



feldhälften gleiche Intensität zeigen. Ist α der Winkel, um den man den Analysator aus jener Stellung herausdrehen muss, in welcher die eine oder die andere Hälfte des Gesichtsfeldes vollkommen dunkel erscheint, damit die Intensität den Werth J erhält, so ist $J = k \sin^2\alpha$, wobei der Factor k der Helligkeit der angewandten Lichtquelle proportional sein wird. Einer weiteren sehr kleinen Aenderung der Intensität um ΔJ entspricht eine Aenderung des Winkels α um $\Delta\alpha$, die mit ΔJ durch die Gleichung

$$\Delta J = 2\,k \sin\alpha \cos\alpha\, \Delta\alpha$$

verbunden ist. Setzt man $\alpha = \varepsilon/_2$, so wird $J = k \sin^2 \varepsilon/_2$ die Intensität sein, bei welcher die beiden Gesichtsfeldhälften gleich hell erscheinen, und die Helligkeitsdifferenz u der beiden Hälften, die eintritt, wenn man den Analysator um den Winkel $\Delta\alpha$ aus dieser Nullstellung herausdreht, wird

$$u = 2\,\Delta J = 4\,k \sin\frac{\varepsilon}{2} \cos\frac{\varepsilon}{2}\,\Delta\alpha = 4\,J \operatorname{cotg}\frac{\varepsilon}{2}\,.\,\Delta\alpha.$$

Nun hat schon Bouguer und nach ihm Arago, Steinheil, Aubert u. A. nachgewiesen, dass die eben noch als merklich erkennbare Helligkeitsänderung unter sonst gleichen Umständen nahezu proportional ist der Helligkeit, bei der diese Aenderung erfolgt. Bedeutet demnach $\Delta\alpha$ jenen Drehungswinkel des Analysators, der eben noch erkennbar ist, d. h. einen eben merklichen Helligkeitsunterschied in den beiden Gesichtsfeldhälften hervorbringt, so ist $u:J$ in der vorhergehenden Formel nahezu constant, etwa gleich $4\,a$ zu setzen, und es wird

$$\Delta\alpha = \operatorname{tg}\frac{\varepsilon}{2} = a\sqrt{\frac{1}{\frac{k}{J} - 1}},$$

oder, weil jedenfalls $k:J$ der Nullstellung des Analysators entsprechend gross gegen die Einheit ist,

$$\Delta\alpha = a\sqrt{\frac{J}{k}}.$$

Um daher $\Delta\alpha$ möglichst klein, also die Genauigkeit der Einstellung möglichst gross zu machen, hat man, bei gegebener Lichtquelle, J und somit auch ε möglichst klein zu wählen. Es giebt jedoch eine Grenze, unter welche J nicht sinken darf, denn offenbar muss J grösser bleiben als jener Grenzwerth der Intensität, die das Auge noch von völliger Dunkelheit zu unterscheiden vermag, und in Wirklichkeit wird man bedeutend über dieser Grenze bleiben müssen, wenn man im Gesichtsfelde noch gewisse Details, wie z. B. die Trennungslinie der beiden Hälften, unterscheiden will, falls der Analysator sich nahe an der Nullstellung befindet. Ist i diese kleinste Intensität, die noch zulässig erscheint, so wird gleichzeitig

$$\Delta\alpha = a\sqrt{\frac{i}{k}}$$

der kleinste noch merkbare Drehungswinkel des Analysators sein; weiter lässt sich die Genauigkeit des Apparates bei gegebener Lichtquelle, d. h. bei gegebenem k nicht treiben. Wohl aber kann man die Genauigkeit durch Anwendung sehr intensiver Lichtquellen beliebig steigern und man erkennt aus dem obigen Ausdrucke, dass bei einem gegebenen Halbschattenapparat die Genauigkeit proportional der Quadratwurzel aus der Intensität der Lichtquelle wächst. In jedem

speciellen Falle ist der Winkel ε, um die grösstmöglichste Empfindlichkeit zu erzielen, so zu wählen, dass $k \sin^2 \varepsilon/_2 = i$ wird, und es ist daher sehr wesentlich, diesen Winkel verändern zu können. Da überdies die Anwendbarkeit eines Polarimeters nicht auf eine bestimmte Lichtquelle oder auf Licht von ganz bestimmter Brechbarkeit beschränkt sein soll, so wird man an einen möglichst vollkommen construirten Halbschattenapparat die folgenden drei Anforderungen zu stellen haben:

1. Der Winkel zwischen den Polarisationsrichtungen der scharf aneinander grenzenden Gesichtsfeldhälften muss jeden Werth zwischen 0° und etwa 5° annehmen können.

2. Der Apparat muss für beliebiges homogenes oder heterogenes Licht anwendbar sein.

3. Er muss den Gebrauch beliebig intensiver Lichtquellen gestatten.

Der erstgenannten Anforderung und zwar nur dieser allein, entspricht der Halbschattenapparat von Laurent, der zweiten allein entsprechen die Apparate von Jelett, Cornu und ähnlich wie diese construirte. Der dritten Forderung aber werden im Allgemeinen keine der gebräuchlichen Halbschattenapparate und der Polarimeter überhaupt gerecht, und der Grund hiervon liegt hauptsächlich in einer fehlerhaften Anordnung der Polarisatoren.

Sollen nämlich zwei gekreuzte Nicol in einem Theile des Gesichtsfeldes vollständige Dunkelheit erzeugen, so müssen sie in parallelem Lichte stehen, oder, anders ausgedrückt, die in einem Punkte des Gesichtsfeldes sich vereinigenden Strahlen müssen als Parallelstrahlenbündel durch beide Nicol gegangen sein[1]). Wenn man daher, wie es bei den gangbaren Polarimeterconstructionen der Fall ist, mittels eines Fernrohres eine in geringer Entfernung befindliche Diaphragmaöffnung direct anvisirt, so ist die genannte Bedingung nicht erfüllt, denn die Strahlen, die sich im Bildpunkte vereinigen, bilden vor dem Fernrohre einen die Nicol treffenden Strahlenkegel von bestimmtem Oeffnungswinkel. Das Gesichtsfeld erscheint dann nur bei Lichtquellen von geringer Intensität dunkel, hellt sich aber immer mehr auf, je intensiver die Lichtquelle wird.

Hieraus ergiebt sich für Instrumente, welche die Anwendung sehr intensiver Lichtquellen gestatten sollen, die Nothwendigkeit, vor dem Polarisator einen Collimator anzubringen. Auch den Analysator stellt man zweckmässiger vor das Fernrohrobjectiv, statt hinter das Ocular, da selbst bei gut gekühlten Linsengläsern die elliptische Polarisation des durchgehenden Lichtes sehr störend wirken kann.

Bei dieser Anordnung erzeugen übrigens zwei Polarisatoren in der Dunkelstellung im Allgemeinen kein gleichförmig dunkles Gesichtsfeld; dasselbe erscheint vielmehr von einem dunklen Streifen durchzogen, der sich beim Drehen eines der Polarisatoren verschiebt. Ein solcher Streifen zeigt sich auch in dem Mitscherlich'schen Polarisationsapparat bei hinreichend grossem Gesichtsfelde; während er aber bei diesem Apparate sich immer mehr aufhellt und schliesslich ganz unkenntlich wird, wenn man die Helligkeit der Lichtquelle steigert, wird er im Gegentheil bei unserer Zusammenstellung immer deutlicher und schärfer. Die Lage des Streifens gegen die Hauptschnitte der Polarisatoren, sein Aussehen und seine Beweglichkeit,

---

[1]) Vergl. meine Abhandlung: Ueber polaristrobometrische Methoden, Sitzungsber. der kais. Akad. der Wissenschaften in Wien, Bd. LXXXV, S. 298.

hängen ab von der Constructionsart der ersteren, es würde aber zu weit führen, diesen Zusammenhang hier näher anzugeben[1]). Es mag nur erwähnt werden, dass, in Folge der Abhängigkeit dieser Erscheinung und ihrer Aenderung durch die Einschaltung circularpolarisirender Medien von der Natur der Polarisatoren, die richtige Wahl der letzteren sehr wesentlich ist, wenn es sich um die Construction eines Halbschattenapparates handelt, der die Anwendung so intensiven Lichtes, wie es z. B. im Knallgas- oder Sonnen-Licht zu Gebote steht, gestatten soll. Begnügt man sich hingegen mit Lichtquellen geringerer Intensität, und verzichtet man daher auch auf die grösstmöglichste Genauigkeit, die überhaupt zu erreichen ist, so wird die Wahl der Polarisatoren nicht so wesentlich und ist nur so zu treffen, dass das Gesichtsfeld hinreichende gleichförmige Dunkelheit aufweist.

Auf diesen Fall bezieht sich auch die Anordnung des Halbschattenapparates, die ich nunmehr angeben will und die ich auf ihren Genauigkeitsgrad näher untersucht habe. Im Uebrigen sollen diese Angaben mehr dazu dienen, das Princip der Construction klar zu legen, denn die Details derselben waren durch den Umstand bedingt, dass ich die Halbschattenmethode an einem grösseren Polarimeter, der noch anderen Zwecken diente, nur gelegentlich anwenden wollte; sie werden daher noch mancherlei Abänderungen fähig sein.

Das grosse Polarimeter besitzt ein Collimator- und Fernrohr, dessen Objective 30 cm Brennweite haben. Das Objectiv des Collimators oder des Fernrohres kann ersetzt werden durch ein Heliometerobjectiv von gleicher Brennweite, d. h. durch ein Objectiv, das längs eines Durchmessers in zwei Hälften zerschnitten ist. Eine derselben lässt sich mittels einer Schraube in der Ebene des Objectives parallel der Schnittfläche, die andere senkrecht zu derselben verschieben. Wir wollen annehmen, dass der Collimator mit dem Heliometerobjectiv versehen ist.

Polarisator und Analysator sind zwischen Collimator- und Fernrohrobjectiv angebracht. Ersterer besteht aus einem Nicol, das mittels eines Längsschnittes durch die kürzeren Diagonalen der Endflächen in zwei Theile zerschnitten und in einem Rohrstück so gefasst wurde, dass die eine Hälfte in demselben fest ist, die andere um die Axe des Rohrstückes gedreht werden kann, um den Hauptschnittsebenen der beiden Hälften eine kleine Neigung gegen einander ertheilen zu können. Zu diesem Zwecke ist zwischen den Schnittflächen bei paralleler Stellung der Hauptschnitte ein Spielraum von etwa 1 mm Dicke gelassen, so dass der Neigungswinkel ε der Hauptschnitte von 0 bis zu $2^\circ{\cdot}5$ in dem einen und dem anderen Sinne variiren kann. Dieser Polarisator wird nun so vor das Collimatorobjectiv gestellt, dass die Axe des Rohrstückes mit der optischen Axe des Collimators zusammenfällt und die Schnittebene seines Objectives, erweitert gedacht, zwischen den beiden Nicolhälften hindurchgeht. Als Analysator dient ein Nicol von gleichen Dimensionen wie das eben genannte; beide sind aus dem optischen Institute von Dr. Steeg und Reuter bezogen und vorzüglich gearbeitet.

Zum Fernrohr gehören drei Oculare, die beziehungsweise 5, 10 und 20malige Vergrösserung geben; der Collimator ist mit einer Spalte wie bei einem Spectroskope versehen, die jedoch nach Bedarf auf eine kleine rechteckige Oeffnung reducirt werden kann.

---

[1]) A. a. O. S. 283.

Befinden sich die beiden Hälften des Heliometerobjectives in ihrer normalen Lage, in welcher die optischen Axen der Hälften zusammenfallen, diese also zusammen wie ein ganzes Objectiv wirken, so erblickt man von irgend einem in der Brennebene des Collimators befindlichen Objecte im Fernrohre ein Bild, dass sich aber sofort in ein Doppelbild auflöst, sobald die Objectivhälften gegeneinander verschoben werden, und zwar kann man mit Hülfe der beiden Bewegungen, welche die Objectivhälften zulassen, ein Bild gegen das andere innerhalb gewisser Grenzen beliebig verschieben und, wie auch die rechteckige Oeffnung des Collimators orientirt sein mag, immer bewirken, dass sich ihre beiden Bilder längs der einen oder der anderen Seite genau berühren.

Nach der Stellung, die der Polarisator gegen das Heliometerobjectiv hat, ist sofort ersichtlich, dass alle Strahlen, die sich zu dem einen Bilde vereinigen, durch die eine, alle Strahlen, die das andere Bild erzeugen, durch die andere Hälfte des Nicols gehen. Sind also die Hauptschnitte der Nicolhälften parallel zu einander, so werden beim Drehen des Analysators beide Bilder immer gleiche Helligkeit behalten und gleichzeitig ausgelöscht werden; neigt man aber die Hauptschnitte gegeneinander, so ist dies nicht mehr der Fall, ein Bild wird früher ausgelöscht als das andere, und in der Mitte zwischen den zugehörigen Stellungen des Analysators liegt jene, bei welcher gleiche Helligkeit eintritt.

Es ist sofort ersichtlich, dass diese Anordnung des Apparates den drei oben aufgestellten Anforderungen genügt.

Um den Genauigkeitsgrad festzustellen, habe ich mich begnügt, den wahrscheinlichen Fehler einer Einstellung zu ermitteln; sein Werth wurde aus 10 bis 15 Einstellungen abgeleitet.

Handelt es sich um die Messung einer Drehung, die von keiner merklichen Rotationsdispersion begleitet ist, was in der Regel nur für sehr kleine Drehungen zutreffen wird, so kann man zur Bestimmung des Genauigkeitsgrades weisses Licht verwenden und die Einstellungen ohne Zwischenstellung einer activen Substanz ausführen. Auf diese Weise wurden auch die folgenden Zahlen erhalten.

Als Lichtquelle diente zunächst eine Argandlampe; die Spalte des Collimators war bis auf 1 mm Breite geöffnet. Bezeichnet ε wie oben den Winkel, den die beiden Hauptschnitte der Nicolhälften einschliessen, μ die Fernrohrvergrösserung und F_w den wahrscheinlichen Fehler einer Einstellung, so ergab sich für

	$\varepsilon = 2°,\ \mu = 10$;	$\varepsilon = 1°{\cdot}5,\ \mu = 10$;	$\varepsilon = 1°{\cdot}5,\ \mu = 5$;	$\varepsilon = 2°,\ \mu = 20$;
$F_w =$	$\pm\, 0'{\cdot}50$;	$\pm\, 0'{\cdot}52$;	$\pm\, 0'{\cdot}75$;	$\pm\, 0'{\cdot}66$.

Ferner wurde ein vertical gestellter Platinstreifen von 0·2 mm Breite zur Weissgluth erhitzt und zwar durch eine Bunsen'sche Lampe mit ringförmigem Brenner oder durch die Flamme eines Löthrohres, das durch ein Wassergebläse angeblasen wurde. Von dem glühenden Platinstreifen wurde mittels einer Sammellinse ein Bild auf den weit geöffneten Spalt geworfen und das Bild des Streifens verdoppelt. Es ergab sich jetzt für

	$\varepsilon = 1°,\ \mu = 10$;	$\varepsilon = 1°,\ \mu = 20$;
$F_w =$	$\pm\, 0'{\cdot}35$;	$\pm\, 0'{\cdot}30$.

Noch günstiger gestaltet sich das Resultat bei Anwendung eines galvanisch glühenden Platindrahtes oder besser Platinstreifens. Ein solcher von 0·2 mm Breite



und 8 mm Länge wurde mittels einer geeigneten Klemmvorrichtung unmittelbar vor die Collimatorspalte gestellt, so dass die Nothwendigkeit einer Projectionslinse ganz entfiel; ein grossplattiges Bunsen'sches Element lieferte den Strom, der durch einen Rheostaten regulirt und soweit gesteigert wurde, als es ohne Gefahr des Abschmelzens geschehen konnte. Es ergab sich nunmehr für $\varepsilon = 40'$ und $\mu = 10$ ein wahrscheinlicher Fehler $= \pm 0''{\cdot}20$.

Die Ablesungen, sowie Correctionen in der Stellung der Lichtquellen wurden von mir selbst besorgt, ohne das Auge, mit welchem die Beobachtungen gemacht wurden, besonders zu schützen. Die Beschattung war immer sehr gross gewählt worden; es zeigte sich hierbei die Schärfe der Trennungslinie der beiden Gesichtsfeldhälften nicht sehr wesentlich, denn lange bevor mir die beiden Theile den Eindruck gleicher Helligkeit machten, war ich nicht mehr im Stande eine scharfe Trennungslinie zu unterscheiden. Wählte ich aber die Beschattung kleiner, so dass die Trennungslinie gut sichtbar blieb bis kurz vor dem Eintritt gleicher Helligkeit, so waren doch die Einstellungsfehler grösser als im früheren Falle.

Es erwies sich ferner als zweckmässig, eine stärkere Fernrohrvergrösserung anzuwenden, wie schon aus der ersten der oben mitgetheilten Zahlenreihen ersichtlich ist. Eine geringe Veränderung in der Stellung des Auges gegen das Ocular bewirkt bei kleiner Vergrösserung schon eine merkliche Veränderung in den Helligkeiten der beiden Hälften des Gesichtsfeldes und die Einstellungen werden unsicher. Dies hängt zusammen mit der Grösse des sogenannten Ocularkreises oder der Grösse des Bildes, das von der wirksamen Objectivöffnung vom Ocular des Fernrohres entworfen wird. Ist nämlich der Durchmesser dieses Ocularkreises nahe gleich dem Durchmesser der Pupillenöffnung, so genügt eine geringe Bewegung des Auges, um von den beiden Lichtbündeln, die den Objectivhälften entsprechen, das eine oder das andere theilweise abzublenden. Man wird daher bei diesen und ähnlichen photometrischen Beobachtungen darauf zu achten haben, dass der Ocularkreis beträchtlich kleiner als die Pupillenöffnung ausfalle, was durch gehörige Vergrösserung erzielt werden kann. Der Ocularkreis muss ferner ausserhalb des Oculares liegen und letzteres so eingerichtet sein, dass die Pupille auch an den Ort dieses Kreises gebracht werden kann. Bei meinem Apparate war der Durchmesser der wirksamen Objectivöffnung entsprechend den Diaphragmen an den Nicols gleich 12 mm; bei fünffacher Vergrösserung ist demnach der Durchmesser des Ocularkreises gleich 2·4 mm, bei zehnfacher gleich 1·2 mm. Hat die Pupille 4 mm Durchmesser, so würde im ersten Falle eine Verschiebung des Auges um 0·8 mm, im zweiten Falle erst eine solche von 1·4 mm aus der Normalstellung heraus, genügen, um den Pupillenrand mit dem Ocularkreis in Berührung zu bringen.

In den meisten Fällen handelt es sich nicht um den Nachweis sehr kleiner Drehungen der Polarisationsebene, sondern um die Messung grösserer Drehungen, die dann auch von einer merklichen Rotationsdispersion begleitet sein werden. In diesem Falle hat man homogenes Licht anzuwenden und die Homogenität muss um so grösser sein, je grösser die Rotationsdispersion ist.

Für eine Natriumflamme war die Beschattung, entsprechend dem grössten Werthe von $\varepsilon = 2^{\circ}{\cdot}5$, den ich an meinem Apparate erreichen konnte, zu gross. Indem ich den früher angegebenen galvanisch glühenden Platinstreifen anwandte und vor das Ocular zwei übereinander gelegte Platten von rothem Kupferglas hielt, ergab sich

ein wahrscheinlicher Fehler $= \pm\, 0''\!\cdot\!30$, während $\varepsilon = 2^{\circ}\!\cdot\!5$ und $\mu = 10$ gemacht war. Die erzielte Homogenität dürfte schon für viele Zwecke ausreichen, denn die beiden Platten liessen vom ganzen Spielraum nur den von der Mitte zwischen B und C bis zur Mitte zwischen C und D reichenden Theil, mit einem Maximum nahe bei C, hindurch.

Ein bedeutender Grad von Homogenität kann wohl nur durch spectrale Auflösung des benutzten Lichtes erzielt werden und es scheint mir ein wesentlicher Vorzug der angegebenen Halbschattenmethode zu sein, dass sie auch solcherart hergestelltes homogenes Licht anzuwenden gestattet. Um diese Methode zu untersuchen, benutzte ich einen Steinheil'schen Spectralapparat mit zwei Flintglasprismen von je 60° brechendem Winkel, dessen Collimator- und Fernrohrobjective eine Brennweite von 320 mm hatten. An die Stelle der Spalte setzte ich einen galvanisch glühenden Platinstreifen von 0·7 mm Breite und liess das horizontale Spectrum dieses Streifens, nachdem das Ocular des Fernrohres des Spectralapparates entfernt war, auf die Spaltebene des Collimators am Polarimeter fallen, dessen verticaler Spalt bis auf 0·3 mm geöffnet war. Das Spaltenbild wurde dann mittels des Heliometerobjectes in horizontalem Sinne verdoppelt. Was nun die erzielte Homogenität anbelangt, so ergiebt sich aus der Breite des leuchtenden Streifens, der Dispersion der Prismen und den Brennweiten der Objective, dass an einer Stelle im gelben Theil des Spectrums Lichtarten noch übereinanderfallen, deren Wellenlängen beiläufig um 0,000 007 mm differiren. Eine eingeschaltete Quarzplatte von 1 mm Dicke würde für diese äussersten noch übereinanderfallenden Lichtarten Drehungswinkel ergeben, die um 4′ von einander verschieden sind, das ist aber fast der vierzigste Theil des Winkels $2^{\circ}\!\cdot\!5$, den die Hauptschnitte der Nicolhälften des Polarisators mit einander bildeten. Man sieht hieraus, dass die erzielte Homogenität schon für die meisten Fälle hinreichend wird.

Der wahrscheinliche Fehler ergab sich jetzt gleich $\pm\, 0''\!\cdot\!40$, wenn $\varepsilon = 2^{\circ}\!\cdot\!5$ und $\mu = 10$ genommen wurde. Durch Anwendung von Kalklicht würde man selbst bei viel grösserer Reinheit des Spectrums noch einen bedeutend kleineren Werth dieses Fehlers erzielen zu können.

Ist eine active Substanz eingeschaltet, so wird bei der Dunkelstellung im Spaltenbild der dunkle Streifen erscheinen, der nach dem bekannten Verfahren von Broch, Fizeau und Foucault zur Einstellung benutzt wird. Die Schärfe dieses Streifens hängt vom Verhältnisse der Rotationsdispersion zur Dispersion des Spectrometers ab und letztere muss so gross gewählt werden, dass der dunkelste Theil des Streifens keinen zu kleinen Bruchtheil von der Breite des Spaltenbildes ausmacht. Natürlich wird der Streifen nicht gleichzeitig in die beiden Spaltenbilder einzutreten beginnen, so lange ε von Null verschieden ist; wie aber auch ε gewählt werden mag, die Einstellung gilt immer für jene Stelle des Spectrums, die in die Mitte des Spaltbildes fällt. Bei gehöriger Schärfe des Streifens kann man jetzt ε auch gleich Null nehmen.

Sollen Messungen für verschiedene Wellenlängen ausgeführt werden, so ist es zweckmässig, an Stelle des Oculares des drehbaren Fernrohres am Spectrometer die Lichtspalte oder den glühenden Platinstreifen anzubringen und den Collimater desselben mit dem Collimator des Polarimeters zu centriren. Die Lichtquelle kann leicht mit dem Fernrohr fest verbunden werden, so dass durch Drehen desselben das ganze Spectrum nach und nach die Collimatorspalte passirt. Wie man es an-

zustellen hat, um dann jederzeit eine beliebig vorgeschriebene Stelle des Spectrums an die Stelle der Spalte zu bringen, liegt auf der Hand.

Um die Halbschattenmethode bei sehr grossen Lichtintensitäten in der angegebenen Weise verwenden zu können, wird, wie schon bemerkt, bezüglich der Polarisatoren eine gewisse Auswahl zu treffen sein. Schon bei Anwendung eines galvanisch glühenden Platindrahtes ist der oben erwähnte dunkle Streifen bemerkbar, der im Allgemeinen immer bei Polarisatoren, auch wenn sie im parallelen Lichte stehen, auftritt, und bei noch intensiveren Lichtquellen würde er an Schärfe und Deutlichkeit zunehmen. Wie nun auch die Polarisatoren gewählt sein mögen, man kann diesem Streifen immer eine solche Lage geben, dass er der Trennungslinie der Gesichtsfeldhälften parallel verläuft, und diese Lage muss er haben, wenn die Trennungslinie in ihrer ganzen Länge, bei gleicher Helligkeit zu beiden Seiten, verschwinden soll. Allein im Allgemeinen wird dieser Streifen eine andere Lage annehmen, wenn der Analysator um 180° gedreht oder wenn eine active Substanz eingeschaltet wird. Man wird diesen Uebelstand beseitigen können, wenn man als Analysator z. B. ein Glan'sches Prisma in Anwendung bringt[1]), während der getheilte Polarisator wie oben angegeben, aus einem Nicol beliebiger Construction hergestellt wird.

Den beschriebenen Halbschattenapparat habe ich zwar unter Anwendung sehr intensiver Lichtquellen nicht näher auf die zu erzielende Genauigkeit geprüft, allein aus anderweitigen Versuchen hat sich ergeben[2]), dass mit Sonnen- oder Knallgas-Licht kleine Drehungen der Polarisationsebene, die keine spectrale Auflösung des Lichtes erfordern, mit einem wahrscheinlichen Fehler bestimmt werden können, der ± 2″ gewiss nicht überschreitet.

Das Embryoskop.

Von

Prof. Dr. **W. Preyer** in Jena.

In einer kurzen Mittheilung über „Embryoskopie“ in den Sitzungsberichten der Jenaischen Gesellschaft für Medicin und Naturwissenschaft vom 13. Juni 1879 habe ich ein einfaches Instrument, das Ooskop, erwähnt, dessen ich mich zur Beobachtung des lebenden Embryo im unversehrten Hühnerei mit Erfolg bediente. Diese Vorrichtung, welche besser Embryoskop genannt wird, um Verwechselungen mit den gewöhnlichen, zu wissenschaftlichen Zwecken nicht brauchbaren Eispiegeln, Ooskopen, Ei-Lampen u. dgl. vorzubeugen, habe ich in der Zwischenzeit vielfach benutzt und etwas vervollkommnet. Da es nicht allein zur Beobachtung der embryonalen Bewegungen, des Pulses der grösseren Allantoisgefässe und anderer Veränderungen im bebrüteten und unbebrüteten Ei, sondern auch zur Wahrnehmung von verschiedenartigen Vorgängen in durchleuchteten unverletzten lebenden Objecten (z. B. der Herzthätigkeit des Frosches, des Blutstroms in der menschlichen Hand) dient und die spectroskopische Untersuchung des Blutes im intacten Thier oder Ei gestattet, so ist

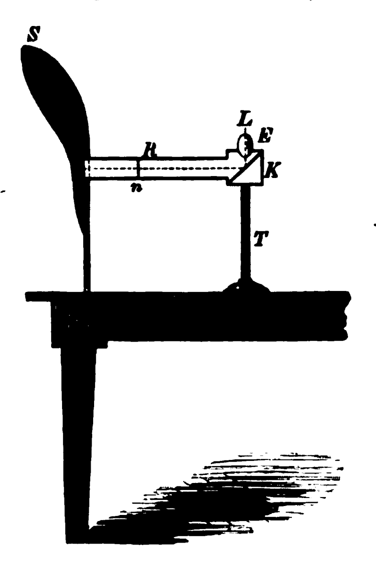
---

[1]) A. a. O. S. 319.

[2]) A. a. O. S. 320 u. S. 310.

es ein Instrument von allgemeinerer Anwendbarkeit geworden. Durch die beistehende Abbildung wird dasselbe leicht verständlich gemacht.

S ist ein schwarzer, vertical auf einem Tische stehender, mit zwei seitlichen Flügeln versehener Schirm, welcher durchbohrt ist, um das rechtwinklig angefügte Sehrohr *R* aufzunehmen. *R* endigt in eine vom Stative *T* gestützte Kammer, die Spiegelkammer *K*. In dieser ist in einem Winkel von 45° ein Planspiegel angebracht, so dass von dem über ihm befindlichen Ei *E* (oder sonstigen durchleuchteten Gegenständen) ausgehende Lichtstrahlen in das Auge des Beobachters reflectirt werden. Je nach der Sehweite desselben wird das ausziehbare Sehrohr eingestellt (*n* bezeichnet das Ende des vorderen Stückes). Die obere Oeffnung der Spiegelkammer wird durch eine Art Diaphragma gebildet, eine Messinghülse mit einem ledernen Ring und einem Sammetstück mit ovalem Ausschnitt. Das Ei liegt auf letzterem, so dass keine Spur von Licht seitlich auf den Spiegel fällt, vielmehr ausschliesslich aus dem Inneren des Eies dringende Strahlen zur Reflexion kommen. Ebenso wichtig wie dieser bisher bei den gewöhnlichen Eispiegeln und ähnlichen Instrumenten übersehene Umstand ist der bisher nicht genügend beachtete Fehler, dass nämlich ausser dem vom beobachteten Object stammenden Licht noch viel Licht seitlich in das Auge des Beobachters dringt. Die Steigerung der Netzhaut-Empfindlichkeit nach Ausschluss all' dieses falschen Lichtes ist unglaublich für Jeden, der sie nicht kennt. Ich umgebe daher den ganzen Kopf des Beobachters mit einem schwarzen lichtdichten Tuch, welches oben an dem zu diesem Zwecke gebogenen und mit kleinen Oeffnungen versehenen Schirm *S* befestigt ist. Die Hände bleiben frei, so dass mit der einen Hand das Ei *E* während der Beobachtung gedreht werden kann und die andere (bei Zählungen) nach dem Tacte eines Metronoms markiren, auch schreiben kann.



Besonders zu beachten sind noch folgende Regeln:

Das Sehrohr und die Spiegelkammer müssen inwendig matt schwarz sein, so dass gar keine diffuse Reflexion eintritt, sonst wird die Beobachtung ungemein erschwert.

Der Spiegel muss stets völlig rein sein. Durch Abheben der Diaphragma-Hülse wird er zugänglich gemacht.

Weitaus die beste Lichtquelle ist directes Sonnenlicht, welches sogar die ganze Dicke meiner Hand durchdringt. Nur im Falle es an Sonnenlicht fehlt, wäre elektrisches Licht anzuwenden. Magnesiumlicht habe ich wegen der Magnesia-Nebel sehr ungern verwendet. Gas- und Petroleumflammen sind ein schlechter Nothbehelf.

Durch eine Sammellinse, durch ein Spiegelpaar oder einen Concavspiegel, auch einen kleinen beweglichen Planspiegel kann man das Sonnenlicht auf einzelne Stellen des Objects concentriren. Doch habe ich für meine Zwecke bis jetzt diese Hülfsmittel wenig verwendet, weil das vorher sehr sorgfältig gereinigte Hühnerei ganz weiss ist und mittels der Kalkschale und weissen Schalenhaut genug Licht auf den Spiegel reflectirt.

Mein Embryoskop wird in Jena bei Zeiss zu einem mässigen Preise angefertigt. Die Nebenapparate zum Warmhalten des Eies zur spectroskopischen Beobachtung u. a. bedürfen keiner besonderen Beschreibung.

Jena, am 13. April 1882.

Ueber Dispersions-Verhältnisse optischer Gläser.

Von

Sigmund Merz in München.

Um den Achromatismus eines dioptrischen Systemes zu erhalten, sind bekanntlich zwei Gattungen von Glas nöthig, deren Farbenzerstreuungs-Differenz eine relativ grosse sein soll. Unsere bekannten Crown- und Flintgläser besitzen ein solch' schickliches Verhältniss, nahe wie 1 : 2, nur den Uebelstand mit sich führend, dass die Farbenräume beider Gläser nicht parallel gehen, deshalb ein sogenanntes secundäres Spectrum erzeugen und den Wunsch nahe legen, andere Glassorten zu erhalten.

Schon Fraunhofer macht in seiner Monographie über das Brechungs- und Farbenzerstreuungs-Vermögen darauf aufmerksam. Er sagt Seite 17: „Man hat gegründete Hoffnung, durch Veränderung der Bestandtheile der Glasarten solche erhalten zu können, bei welchen diese Unterschiede geringer sind, als bei Glasarten, die bisher zu Objectiven gebraucht wurden; Crownglas lit. M ist einer der Versuche, die ich in dieser Absicht im Kleinen gemacht habe."

Er verband das besagte Crownglas lit. M mit den Flintgläsern No. 3 und No. 13 und erhielt für die Zerstreuungs-Quotienten:

$$\frac{Cn'-Bn'}{Cn-Bn} \quad \frac{Dn'-Cn'}{Dn-Cn} \quad \frac{En'-Dn'}{En-Dn} \quad \frac{Fn'-En'}{Fn-En} \quad \frac{Gn'-Fn'}{Gn-Fn} \quad \frac{Hn'-Gn'}{Hn-Gn}$$

und zwar Flintglas No. 3 mit Crownglas lit. M verbindend in Zahlen-Werthen:

1.517 1.494 1.482 1.534 1.579 1.618,

Flintglas No. 13 und Crownglas lit. M combinirend die Werthe:

1.667 1.704 1.715 1.737 1.770 1.816.

Von ersterer Verbindung absehend, da sie sich von dem Verhältnisse 1 : 2 etwas weiter entfernt und kürzere Curven für das Objectiv bedingt, wollen wir die Verbindung von Flintglas No. 13 und Crownglas lit. M vorerst bezüglich der beiden Quotienten:

$$\frac{Dn'-Cn'}{Dn-Cn} \quad \text{und} \quad \frac{En'-Dn'}{En-Dn},$$

welche die für das Fernrohr wichtigsten Räume des Spectrums umfassen, des Näheren betrachten.

Hier erhalten wir nun als Ausdruck der Grössen des secundären Spectrums die Differenz:

$$\frac{En'-Dn'}{En-Dn} - \frac{Dn'-Cn'}{Dn-Cn} = 0.011,$$

und es scheint die Parallelität also leicht herstellbar. Dennoch fand sich bis da keine wesentlich bessere Zusammensetzung von Gläsern für das astronomische Objectiv als diese.

Ich führe zum Beweise dessen einige Gläser an, die als Repräsentanten einer guten Verbindung betrachtet werden dürften. Es sind dies:

I. Fraunhofer-Glas, Crownglas No. 9 und Flintglas No. 13,

II. Glas von Georg Merz (Vater Merz), Crownglas No. VIII und Flintglas No. XIV, aus welchen das 14zöllige Objectiv von Pulkowa besteht,

III. Glas von Sigmund Merz,

IV. Glas, englisches, von Chance & Brothers, neueres den Proceedings of the Royal Society No. 182, 1877 Article „Refractive indices of Glass, By J. Hopkinson D. Sc. M. A. entnommen.

Wir finden für Fraunhofer-Glas, Crownglas No. 9 und Flintgas No. 13:

$$\left.\begin{array}{ll} Cn = 1.526849 & Cn' = 1.629681 \\ Dn = 1.529587 & Dn' = 1.635036 \\ En = 1.533005 & En' = 1.642024 \end{array}\right\} \text{I,}$$

für Glas von Vater Merz, Crownglas No. VIII und Flintglas No. XIV:

$$\left.\begin{array}{ll} Cn = 1.520433 & Cn' = 1.628391 \\ Dn = 1.523006 & Dn' = 1.633517 \\ En = 1.526299 & En' = 1.640338 \end{array}\right\} \text{II,}$$

für Glas von Merz Sohn Sigmund, Crownglas No. 29 und Flintglas No. 34:

$$\left.\begin{array}{ll} Cn = 1.522439 & Cn' = 1.593912 \\ Dn = 1.525116 & Dn' = 1.598332 \\ En = 1.528615 & En' = 1.604154 \end{array}\right\} \text{III,}$$

für englisches Glas, Hard Crown und Dense Flint:

$$\left.\begin{array}{ll} Cn = 1.514571 & Cn' = 1.617477 \\ Dn = 1.517116 & Dn' = 1.622411 \\ En = 1.520324 & En' = 1.628882 \end{array}\right\} \text{IV}$$

und hieraus

für I: $\frac{En' - Dn'}{En - Dn} = 2.044$, $\frac{Dn' - Cn'}{Dn - Cn} = 1.956$, Differenz 0,088;

für II: $\frac{En' - Dn'}{En - Dn} = 2.071$, $\frac{Dn' - Cn'}{Dn - Cn} = 1.992$, Differenz 0,079;

für III: $\frac{En' - Dn'}{En - Dn} = 1.6638$, $\frac{Dn' - Cn'}{Dn - Cn} = 1.6511$, Differenz 0,013;

für IV: $\frac{En' - Dn'}{En - Dn} = 2.017$, $\frac{Dn' - Cn'}{Dn - Cn} = 1.938$, Differenz 0.079.

Es treten hier nicht allein grössere Differenzen auf als oben bei Fraunhofer Crownglas lit. M, sondern es zeigen sich auch überhaupt jene Gläser mehr parallel in ihren Farbenräumen, die sich von dem Verhältnisse 1 : 2 mehr und mehr entfernen, übrigens Crownglas No. 29 in Verbindung mit Flintglas No. 34 (Sigmund Merz) dem besten Verhältnisse Fraunhofer-Gläser ganz nahe gleich. Daher dürfte es wohl praktisch sein, einmal zu untersuchen, wie Fraunhofer dieses sein Crownglas lit. M erhalten haben mag.

Ich finde diesbezüglich, dass dasselbe aus Crownglas, mit einem aliquoten Theil Flintgas zusammengeschmolzen, hergestellt worden sein muss, wenn ich den in meinem Besitze befindlichen Spectral-Tafeln Fraunhofer's für die nachbenannten Gläser die beinotirten Indices entnehme:

Fraunhofer Flintglas No. I.	Fraunhofer Crownglas No. II.	Fraunhofer Flintglas lit. W.
$Bn' = 1.624933$	$Bn = 1.525580$	$Bn' = 1.575405$
$Cn' = 1.626812$	$Cn = 1.526548$	$Cn' = 1.576873$
$Dn' = 1.631907$	$Dn = 1.529187$	$Dn' = 1.580948$
$En' = 1.638679$	$En = 1.532567$	$En' = 1.586282$
$Fn' = 1.644770$	$Fn = 1.535561$	$Fn' = 1.590896$
$Gn' = 1.656686$	$Gn = 1.541149$	$Gn' = 1.600116$
$Hn' = 1.667509$	$Hn = 1.546038$	$Hn' = 1.608282.$

Mischen wir nun Fraunhofer Flintglas No. I und Crownglas No. II zu gleichen Theilen, so resultiren folgende Werthe:

$$Bn' = 1.575256$$
$$Cn' = 1.576680$$
$$Dn' = 1.580547$$
$$En' = 1.585623$$
$$Fn' = 1.590165$$
$$Gn' = 1.598917$$
$$Hn' = 1.606773,$$

differirend gegen die obigen Werthe von Fraunhofer Flintglas lit. W für den Strahl

B um 0.000149
C „ 0.000193
D „ 0.000401
E „ 0.000659
F „ 0.000731
G „ 0.001199
H „ 0.001509,

so dass mit Rücksicht auf den Schmelzprocess, während dessen längerer oder kürzerer Dauer Refraction und Dispersion sich stets minimal ändern, der volle Beweis hierfür erbracht sein dürfte, dass Flintglas lit. W ein Gemenge aus Crownglas No. II und Flintglas No. I ist.

Mischen wir nun Crownglas No. II und dieses Flintglas lit. W, so erhalten wir für dieses Gemenge die folgenden neuen Werthe, denen ich die gemessenen Werthe für Fraunhofer's Crownglas lit. M und die berechneten Differenzen hinzufüge, nämlich:

Gemenge aus Fraunhofer's Crown. II und Flint. W.	Fraunhofer Crown. lit. M.	Differenz.
$Bn = 1.550492$	$Bn = 1.554774$	0.004282
$Cn = 1.551710$	$Cn = 1.555933$	0.004223
$Dn = 1.555067$	$Dn = 1.559075$	0.004008
$En = 1.559424$	$En = 1.563150$	0.003526
$Fn = 1.563228$	$Fn = 1.566741$	0.003513
$Gn = 1.570632$	$Gn = 1.573535$	0.002903
$Hn = 1.577160$	$Hn = 1.579470$	0.002310

und Fraunhofer's Crownglas lit. M zeigt sich dadurch so nahe erhalten, dass eine geringe Zugabe von Flintglas lit. W volle Uebereinstimmung erzielt haben würde.

Sicher also ist dadurch der Weg vorgezeichnet, zum gewünschten Ziele zu gelangen.

Nun benutzte ich zu einer neuen Mischung mein Crownglas lit. J, dessen Indices für die Strahlen *C. D. E.* die folgenden sind:

$$Cn = 1.524775 \qquad Dn = 1.527427 \qquad En = 1.530845.$$

Von den vielen möglichen Gemengen will ich hier jedoch nur jene herausgreifen, welche den allmählichen Fortschritt am besten illustriren.

Es sind dies:

Flint. X_a, ein Gemisch aus 90 % Flint. No. 34 und 10 % Crown. J:
$$Cn' = 1.586998 \qquad Dn' = 1.591242 \qquad En' = 1.596823;$$
Flint. X_b, ein Gemisch aus 85 % Flint. No. 34 und 15 % Crown. J:
$$Cn' = 1.583541 \qquad Dn' = 1.587696 \qquad En' = 1.593157;$$
Flint. X_c, ein Gemisch aus 75 % Flint. No. 34 und 25 % Crown. J:
$$Cn' = 1.576628 \qquad Dn' = 1.580606 \qquad En' = 1.585827;$$
Flint. X_d, ein Gemisch aus 65 % Flint. No. 34 und 35 % Crown. J:
$$Cn' = 1.569713 \qquad Dn' = 1.573515 \qquad En' = 1.578496;$$
Flint. X_e, ein Gemisch aus 50 % Flint. No. 34 und 50 % Crown. J:
$$Cn' = 1.559344 \qquad Dn' = 1.562880 \qquad En' = 1.567500.$$

Diese Gläser als Flintgläser mit Crownglas No. 29 combinirt, geben nunmehr folgende Werthe:

Flint. X_a und Crown. No. 29:
$$\frac{Dn' - Cn'}{Dn - Cn} = 1.585, \quad \frac{En' - Dn'}{En - Dn} = 1.595, \quad \text{Differenz } 0.0100;$$
Flint. X_b und Crown. No. 29:
$$\frac{Dn' - Cn'}{Dn - Cn} = 1.5521, \quad \frac{En' - Dn'}{En - Dn} = 1.5607, \quad \text{Differenz } 0.0086;$$
Flint. X_c und Crown. No. 29:
$$\frac{Dn' - Cn'}{Dn - Cn} = 1.4860, \quad \frac{En' - Dn'}{En - Dn} = 1.4921, \quad \text{Differenz } 0.0061;$$
Flint. X_d und Crown. No. 29:
$$\frac{Dn' - Cn'}{Dn - Cn} = 1.4202, \quad \frac{En' - Dn'}{En - Dn} = 1.4235, \quad \text{Differenz } 0.0033;$$
Flint. X_e und Crown. No. 29:
$$\frac{Dn' - Cn'}{Dn - Cn} = 1.3209, \quad \frac{En' - Dn'}{En - Dn} = 1.3204, \quad \text{Differenz } -0.0005.$$

Die volle Parallelität ist hiermit soviel als erreicht. Die Grenze liegt zwischen Flintglas X_d und Flintglas X_e und zwar sehr nahe an Flintglas X_e.

Es fragt sich jetzt nur, ob es gerathen ist, von dem Verhältnisse 1 : 2 der Art weit abzugehen und den Zerstreuungs-Quotienten in seinem Werthe von 2 bis auf nahe 1.3 fallen zu lassen, da der Aplanatismus des Objectives bei ersterem Werthe jedenfalls mindere Schwierigkeit bereitet? Erwägen wir übrigens, dass der Parallelismus von Crown- und Flintglas in so bequemer Weise einfach dadurch erzielt worden ist, dass wir dem Crownglassatze Bleioxyd beigaben, so werden wir uns auch dem Verhältnisse von 1 : 2 wieder nähern können, wenn wir ebenfalls bleihaltigere Flintgläser nehmen. Es zeigt uns dies schon die Combinirung von Fraunhofer's Crownglas lit. M

mit Flintglas No. 3 im Vergleiche der Combination ebendieses Crownglases lit. M mit dem Flintglase No. 13.

Bei ersterer Combinirung geben die Zerstreuungs-Quotienten folgende Werthe:

1.517 1.494 1.482 1.534 1.579 1.618,

bei der zweiten steigen sie aber schon auf beziehungsweise:

1.667 1.704 1.715 1.737 1.770 1.816.

Welch' enorme Erfolge sich durch anscheinend geringe Aenderungen im Satze erzielen lassen, mag uns schliesslich noch ein weiteres Beispiel zeigen.

Wir mischen 29 % Fraunhofer Flintglas No. I mit 71 % Fraunhofer Crownglas No. II, bezeichnen das Gemenge als Crownglas lit. M^I und erhalten hierfür folgende Exponenten und Differenzen:

$$Bn = 1.554392 \qquad Cn - Bn = 0.001233$$
$$Cn = 1.555625 \qquad Dn - Cn = 0.003351$$
$$Dn = 1.558976 \qquad En - Dn = 0.004363$$
$$En = 1.563339 \qquad Fn - En = 0.003893$$
$$Fn = 1.567232 \qquad Gn - Fn = 0.007421$$
$$Gn = 1.574653 \qquad Hn - Gn = 0.006612.$$
$$Hn = 1.581265.$$

Verbinden wir jetzt dieses neue Crownglas lit. M^I mit Fraunhofer's Flintglas No. 13, so resultiren folgende Quotienten:

1.567 1.598 1.602 1.602 1.617 1.593,

während mit Crownglas lit. M Fraunhofer

1.667 1.704 1.715 1.737 1.770 1.816

erhalten waren, und für die Grösse des secundären Spectrums die Werthe:

$$\frac{En' - Dn'}{En - Dn} - \frac{Dn' - Cn'}{Dn - Cn} = 0.004 \text{ bei Crownglas lit. } M^I \text{ (neu)},$$

$$\frac{En' - Dn'}{En - Dn} - \frac{Dn' - Cn'}{Dn - Cn} = 0.011 \text{ bei Crownglas lit. M (Fraunhofer)},$$

$$\frac{Hn' - Gn'}{Hn - Gn} - \frac{Cn' - Bn'}{Cn - Bn} = 0.026 \text{ bei Crownglas lit. } M^I \text{ (neu)},$$

$$\frac{Hn' - Gn'}{Hn - Gn} - \frac{Cn' - Bn'}{Cn - Bn} = 0.149 \text{ bei Crownglas lit. M (Fraunhofer)}$$

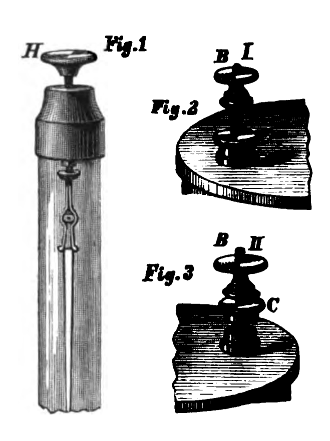
sich ergeben, die uns im Weiteren auch erkennen lassen, dass Bleigläser in schicklicher Verbindung der Forderung paralleler Dispersion selbst noch für die äussersten Strahlen genügen können.

Kleinere Mittheilungen.

Das Mascart'sche Elektrometer.

Das Mascart'sche Elektrometer war auf der elektrischen Ausstellung in Paris vertreten und ist im Wesentlichen das Thomson'sche Quadrantenelektrometer, unterscheidet sich jedoch von demselben hauptsächlich dadurch, dass seine Angaben für beide Arten der Elektricität symmetrisch sind. Dies wird dadurch erreicht, dass nicht wie bei letzterem der schwingende Theil mit einer constanten Ladung versehen wird und die Quadranten mit den zu untersuchenden Körpern in Verbindung gebracht werden, sondern es sind umgekehrt die

Quadrantenpaare mit den freien Enden einer in der Mitte zur Erde abgeleiteten constanten Kette verbunden, und die schwingende Nadel steht mit dem zu messenden Körper in Contact. Die Elektricität wird der Nadel durch ein am Boden des Apparates befindliches Gefäss mit concentrirter Schwefelsäure zugeführt, in das einerseits wie beim Thomson'schen Elektrometer ein von der Nadel ausgehender, andererseits ein von einer äusseren Contactschraube herkommender Platindraht tauchen. An dem ersteren Draht befinden sich noch in der Flüssigkeit einige Querstäbchen, um durch ihre Reibung die Schwingungen zu dämpfen. Die genannte Contactschraube sowie diejenigen der beiden Quadrantenpaare sind im Deckel des Apparates angebracht. Da in diesem Elektrometer das Gehäuse nicht wie in demjenigen von Thomson gleichzeitig als Leydener Flasche zu fungiren hat, war der wesentliche Vortheil möglich, eine Thür im unteren Theile des Gehäuses anzubringen, so dass das Schwefelsäure-Gefäss gefüllt und entleert werden kann, ohne dass man den ganzen Apparat auseinandernimmt. Die Nadel ist bifilar aufgehängt, doch erscheint es fraglich, ob die Beweglichkeit des Coconfadens im Haken der Nadel gross genug ist, um die gleichmässige Anspannung der beiden Fadentheile zu garantiren. Eine Justirung in dieser Richtung ist nicht möglich. Dagegen ist ein einfaches Mittel angewandt, um die Grösse der Torsionskraft und somit die Empfindlichkeit des Apparates nach Belieben zu ändern. An dem oberen Theile geht nämlich der Faden durch die beiden gegen einander federnden Theile eines Hakens, die etwas weiter oberhalb elliptisch ausgebogen sind. Ein in dieser Ausbiegung befindlicher Knopf kann von aussen her durch eine Oeffnung in der einhüllenden Röhre hindurch gedreht werden, so dass die Entfernung der Fäden und damit die Grösse der Torsionskraft geändert werden kann (Figur 1).



Hierdurch können auch noch für grössere Elektricitätsmengen die Schwingungen der Nadel in kleinen Grenzen gehalten werden. Da die gemessenen Elektricitätsmengen nur für kleine Schwingungen den Ablesungen der Scala proportional gesetzt werden können, so sind durch die beschriebene Anordnung die Grenzen der Anwendbarkeit des Apparates wesentlich erweitert. Die Drehung der Ebene der Fäden erfolgt durch eine tangentiale Schraube am Deckel des Gefässes, durch welche das ganze tragende Glasrohr gedreht wird. Die Schraube kann zurückgeschoben werden, so dass die gröbere Einstellung zunächst direct mit der Hand erfolgt. Der obere Knopf, an welchem der Faden hängt, gestattet nur ein Heben und Senken der Nadel. — Die Ableitung und Isolirung der Nadel sowohl wie der Quadrantenpaare erfolgt durch Verschiebung von Hütchen von beistehender Form (Fig. 2) auf den isolirten Zuleitungsdrähten. (Stellung I leitet ab, Stellung II isolirt.) Von den Quadranten sind nur drei an dem Deckel durch isolirende Stäbe befestigt, der vierte ist horizontal etwas verschiebbar, was eine Justirung des Apparates dahin gestattet, dass beide Quadrantenpaare gleichmässig auf die Nadel einwirken. — Der ganze Apparat steht drehbar auf einem mit Stellschrauben versehenen Dreifuss. Dass Mascart den über den Quadranten befindlichen Theil der Apparatumhüllung durch acht quadratische Fenster unterbrochen hat, die innen durch einen Glascylinder verschlossen sind, erscheint bedenklich, zumal diese Fenster absolut keinen Zweck haben. Es muss doch fraglich erscheinen, ob die so viel unterbrochene Metallhülle ihren Zweck, die inneren Theile vor den Einflüssen elektrischer Kräfte zu schützen, noch erfüllt.

Dr. L. Levy.

Die Lick-Sternwarte in Californien.

Es ist in Amerika keine Seltenheit, dass reiche Privatleute bedeutende Summen zur Förderung wissenschaftlicher Bestrebungen hergeben. Einer solchen fürstlichen Freigebigkeit wird Californien binnen Kurzem den Besitz einer bemerkenswerthen Sternwarte verdanken.

James Lick, ein reicher Bürger von St. Franzisko, hat 700 000 Dollars zur Errichtung einer Sternwarte im Gebiete von Californien mit der Bestimmung geschenkt, dass dieselbe den grössten Refractor der Welt besitzen solle. Eine Notiz über die Einrichtung und Ausrüstung dieser Sternwarte dürfte vielleicht von einigem Interesse sein.

Die von dem Stifter für den Bau der Sternwarte eingesetzte Commission entschied sich, nach längerem Suchen, für den Hamilton-Berg, 4440 engl. Fuss hoch, in der Nähe von San José in Californien, unter der Bedingung jedoch, dass der Staat eine fahrbare Strasse zum Gipfel des Berges herstelle. Es geschah dies auch mit einem Kostenaufwande von 78 000 Dollars; die Strasse soll ein Meisterstück der Wegebaukunst sein. Der Hamilton-Berg hat drei Gipfel, dessen westlicher zum Bau der Sternwarte gewählt wurde; zuvor musste jedoch eine Felsenmasse von 40 000 Tons weggesprengt werden, um ein ebenes Bauterrain zu gewinnen. Den ganzen südlichen Theil dieses Terrains nimmt die grosse Kuppel für den Riesenrefractor ein; dieselbe hat 75 engl. Fuss im Durchmesser. Der grosse Refractor wird 36 Zoll Oeffnung haben; seine Ausführung ist für den Preis von 50 000 Dollars von der weltbekannten Firma Alva Clark & Söhne in Cambridgeport, Mass., übernommen worden, welche ihn bis zum 1. November 1883 fertig stellen will. Es ist interessant zu sehen, wie sich die Leistungsfähigkeit der Herren Clark allmählich gesteigert hat. Dieselben begannen mit Teleskopen von 6 Zoll Oeffnung und bauten nach und nach solche von $8^1/_4$, $9^1/_2$, 12, $15^1/_2$, $18^1/_2$, 23 und 26 Zoll; gegenwärtig ist die Werkstätte mit einem Objectiv von 30 Zoll für die Pulkowaer Sternwarte beschäftigt, nach dessen Fertigstellung sie an das 36zöllige Objectiv für die Lick-Sternwarte gehen wird. Nach einer Notiz des „Scientific American" hegen die Herren Clark die besten Hoffnungen für das Gelingen dieses Riesen-Objectivs. — Nordwestlich von der Kuppel für den grossen Refractor nimmt eine kleinere Kuppel einen 12zölligen Refractor und einen 4zölligen Kometensucher, beide ebenfalls von Alvan Clark, auf. Die beiden Kuppeln werden durch ein niedriges Gebäude verbunden, welches Uhrzimmer, Bibliothek, Arbeits- und Schlafzimmer für Beobachter und Werkstätten enthält. Ein wenig östlich von der kleineren Kuppel steht ein eisernes Transit-Haus und südlich von demselben das Haus für den Photo-Heliographen. Wieder ein wenig östlich von diesem wird der Meridiankreis, 6zöllig, von Repsold in Hamburg nebst einem 4zölligen Passage-Instrument von Fauth in Washington aufgestellt.

Die Ausrüstung der Lick-Sternwarte ist somit eine ausgezeichnete; es ist zu hoffen, dass sie nach ihrer Vollendung der Wissenschaft erhebliche Dienste leisten wird.

Vereinsnachrichten.

Deutsche Gesellschaft für Optik und Mechanik. Sitzung vom 4. April 1882. Vorsitzender: Herr Fuess.

Herr Otto Brandt führt der Versammlung einen photographischen Reiseapparat vor und leitet seinen Vortrag mit einer geschichtlichen Darstellung der Entwickelung der photographischen Kunst und einem Hinweis auf die gegenwärtige ungemein hohe Bedeutung derselben für das künstlerische und wissenschaftliche Leben der Gegenwart ein. Dem Vortrage folgten einige sehr interessante Experimente mit Bromsilber-Gelatine-Emulsionsplatten.

Sitzung vom 18. April 1882. Vorsitzender: Herr Fuess.

Herr Ingenieur Otto Lilienthal hält den angekündigten Vortrag über „Eine neue Dampfmaschine für Kleinbetrieb". Der Vortragende erörtert zunächst die Vorzüge und Uebelstände der bekannten Systeme von Kleinmotoren. Die Hindernisse, welche der allgemeinen Verbreitung auch der besseren derselben zur Zeit noch entgegenstehen, bestehen bei der gewöhnlichen Dampfmaschine in den Schwierigkeiten der polizeilichen Concessionirung, sowie in dem Erforderniss sorgsamer und sachverständiger Wartung; bei den Gasmaschinen, welche in neuester Zeit ausserordentlich vervollkommnet worden sind, im Wesentlichen nur noch in dem zu hohen



Preise des Leuchtgases. Der Vortragende war bestrebt, die Vorzüge der Gasmaschinen auf die Dampfmaschine zu übertragen und hat eine solche mit directer automatischer Regulirung und mit Kessel ohne constante Wasserfüllung construirt, bei der also sowohl die peinliche Innehaltung eines bestimmten Wasserstandes als auch die sorgfältige Wartung und die Explosionsgefahr wegfällt. Die Maschinen bedürfen aus diesem Grunde der polizeilichen Erlaubniss zur Aufstellung ebensowenig wie die Gasmaschinen. Ein weiterer Vorzug der Maschine ist ihr geräuschloser Gang. Der Dampfkessel ist ein kleiner Behälter mit Heizröhren, in welchen fortwährend Wasser gepumpt wird. Das Wasser wird sogleich in Dampf verwandelt und verbraucht, so dass selbst das Platzen des Kessels ungefährlich ist. Die Maschine selbst ist von der gewöhnlichen Dampfmaschine nicht verschieden; die Betriebskosten betragen pro Tag und Pferdekraft nur 0,70 M., der Gesammtpreis incl. Aufstellung 1900 bis 2000 M. In Berlin sind bis jetzt 3 Maschinen aufgestellt, welche oft 70 Stunden ohne Unterbrechung gehen, wobei bisher nicht die geringste Störung vorgekommen ist. Es ist dies bei den Herren Seydel, Linienstrasse 158, Thiem & Horn, Dresdenerstrasse 92 und Wilke, neue Schönhauserstrasse 2, woselbst die Maschinen in Thätigkeit besichtigt werden können.

Der Schriftführer: *Blankenburg.*

Bücherschau.

Bericht über die wissenschaftlichen Apparate auf der Londoner internationalen Ausstellung im Jahre 1876, herausgegeben von A. W. Hofmann. Zweite Abtheilung. Braunschweig, Vieweg u. Sohn (Schluss).

In dem dritten Abschnitt, unter den hydrographischen Instrumenten, sind ausser den magnetischen Apparaten, welche im Wesentlichen mit den im Gewerbeausstellungsbericht enthaltenen übereinstimmen, noch der von dem hochverdienten Ingenieur F. H. Reitz in Hamburg erdachte und von Dennert & Pape in Altona ausgeführte integrirende Fluthmesser hervorzuheben. Er dient dazu, die Fluthcurven ununterbrochen zu verzeichnen und zugleich mittels einer Planimetervorrichtung den mittleren Wasserstand auszurechnen und anzugeben. Ein Schwimmer wird durch den wechselnden Wasserstand des Meeres auf- und abgeführt und dreht eine Scheibe mit horizontaler Axe nach der einen oder anderen Seite hin. Ein auf die Axe dieser Scheibe aufgestelltes kleines Zahnrad verwandelt die Drehung der Scheibe in eine horizontale Bewegung einer Zahnstange, welche an der einen Seite eine Diamantspitze, an der anderen zwei Planimeterrollen trägt. Durch Hülfe einer Uhr wird zu gleicher Zeit ein mit geschwärztem Kreidepapier überzogener Cylinder in 24 Stunden und eine Glasscheibe in 6 Stunden herumgedreht. Die Diamantspitze verzeichnet auf dem Cylinder die Fluthcurven, während die Planimeterrollen sich theils gleitend, theils sich um ihre Axe drehend auf der Glasscheibe bewegen.

Prof. H. Kronecker bespricht die Apparate für Physiologie. Nach einer sehr interessanten Uebersicht über die Entwickelung der physiologischen Technik wendet er sich gegen die durchaus unsystematische Anordnung des englischen Specialkatalogs über diesen Theil der Ausstellung. In jeder Auflage desselben sei eine andere Eintheilung befolgt; dabei lasse sich aber in keiner ein einheitliches Eintheilungsprincip auffinden. Der Referent schlägt selbst eine neue Eintheilung für die physiologischen Apparate vor und zwar nach mechanischen Grundsätzen, so weit dies möglich ist, ohne Zusammengehöriges gewaltsam zu trennen. Er will also die ähnlich construirten Apparate, auch wenn sie verschiedene Functionen registriren, zusammenfassen. Er hält es nicht für zweckmässig, die Verschiedenheit der Hauptfunctionen des Thierkörpers als Grundlage für die Eintheilung einer Ausstellung von physiologischen Apparaten anzunehmen, wie es in Werken über die Methoden der physiologischen Experimente zu geschehen pflegt. Ein solches Verfahren sei zwar dort zweckentsprechend, wo die Versuchsanordnung und die zu erwartenden Resultate mitgetheilt werden, nicht aber dann, wenn man die Vorrichtungen an sich betrachte und höchstens



ihre technische Leistungsfähigkeit zu berücksichtigen sei. Es dürfte dem Nicht-Physiologen nicht zustehen, mit dem Referenten über die Richtigkeit seiner Eintheilungsmethode zu rechten, doch kann ich, vom Standpunkt der instrumentellen Technik aus, einige Bedenken gegen die gewählte Methode nicht unterdrücken, insbesondere mich der Befürchtung nicht erwehren, ob nicht hierbei gar leicht minder wichtigen Apparattheilen eine zu hohe Bedeutung beigelegt werden könnte.

Von den specieller beschriebenen Apparaten werde der in nicht-physiologischen Kreisen wohl noch wenig bekannte Mosso'sche Plethysmograph mit Kronecker'schem Schreibkasten hervorgehoben, den der Leipziger Mechaniker Kleist hergestellt hatte. Der Apparat registrirt Volumenvariationen der Extremitäten des lebenden Körpers nach dem Princip des Manometers. Handelt es sich z. B. um den Arm eines Menschen, so wird er in einen mit Wasser gefüllten Glasärmel eingelegt und letzterer durch eine den Arm umschliessende Kautschuk-Manschette nach aussen hin abgedichtet. Die Volumenvermehrung wird durch Steigen einer Flüssigkeitssäule in einem mit dem Glasärmel communicirenden würfelförmigen Glaskasten angezeigt. Um die Steigung registrirbar zu machen, schwimmt auf dem Wasserspiegel eine mit Paraffin getränkte Korkplatte, welche ein dreiseitiges Hartgummiprisma trägt. Wird das Prisma durch das aufsteigende Wasser gehoben, so hebt seine Schneide einen leichten Schreibhebel von Fischbein, welcher um seine in Spitzen laufende Axe mit sehr geringer Reibung beweglich ist. Die Axenlager des Schreibhebels können der Hartgummischneide beliebig nahegebracht und damit die Niveauschwankungen des Wassers im Kasten beliebig vergrössert zur Registrirung gebracht werden.

Prof. V. Hensen giebt eine Uebersicht über die ausgestellten Apparate für physiologische Mikroskopie. Hieran schliesst sich ein ausführlicher Bericht des Prof. Ferd. Cohn über die Apparate für Botanik. Die zahlreichen hier erwähnten instrumentellen Hülfsmittel dürften unseren Lesern fast durchweg durch den die Mikroskope betreffenden Theil des Gewerbeausstellungsberichts bekannt geworden sein. Es mögen deshalb nur noch die botanischen Modelle besonderer Aufmerksamkeit empfohlen werden. Zuvörderst sind die von Lohmeyer in Breslau aus Glas oder Guttapercha hergestellten Modelle zu erwähnen, sie stellen in stark vergrössertem Maassstabe die mikroskopischen Verhältnisse der Fortpflanzungsorgane der Kryptogamen dar. Derselbe Künstler lieferte ausserdem eine Sammlung von Modellen für den Unterricht in der systematischen Botanik, und Robert Brendel, früher in Breslau, später in Berlin, hat einen grossen Theil dieser Modelle in Guttapercha oder Papiermaché fabrikmässig reproducirt und als ein neues Lehrmittel für den botanischen Unterricht in Schulen eingeführt. Andere hierher gehörige Modelle waren aus Wachs gefertigt und rührten von Dr. A. Ziegler in Freiburg im Breisgau her.

Der nächstfolgende Bericht des Dr. R. Biedermann behandelt die Agriculturchemie auf der Ausstellung, sein Inhalt liegt fast durchweg den Zielen dieser Zeitschrift zu fern.

Die wichtigsten Principien des grösseren Theiles der in dem Bericht des Prof. v. Lasaulx über Mineralogie und Geologie vorgeführten Apparate werden gleichfalls im Gewerbeausstellungsbericht wiederholt vorgeführt. Interessant ist die Beschreibung einer von Prof. W. H. Miller in Cambridge angegebenen einfachen Vorrichtung, welche als Substitut für ein Goniometer dienen soll und sehr leicht beschafft und zusammengestellt werden kann. Einen oben umgebogenen, ziemlich starken Draht befestigt man senkrecht auf einem viereckig abgeschnittenen Holzbrettchen, steckt auf das umgebogene Ende einen Kork und durch diesen hindurch, rechtwinklig zu dem ersten, einen kürzeren, ebenfalls an einem Ende umgebogenen Draht. Ein kleiner Kork wird am geraden Ende des letzteren angebracht und ist dazu bestimmt auf einer Nadel mit Wachs den zu untersuchenden Krystall zu tragen. Zwei Signale, für Reflexions- und Visirlinie, werden mit dem Krystall in derselben horizontalen Ebene angebracht und die zu messende Kante möglichst senkrecht zu letzterer justirt. Sobald die Signale mit der ersten Fläche genau visirt sind, wird längs der Vorderkante des



Holzfusses auf einem unterhalb dieses auf dem Tische befestigten Papierblatte eine Gerade gezogen. Nachdem sodann die Signale mit der zweiten Fläche in Coincidenz gebracht worden sind, wird längs der Fusskante eine zweite Linie auf dem Papier gezogen, welche mit der erstgezogenen Geraden einen dem Winkel der Flächennormalen gleichen Winkel bildet.

Die letzten drei Berichte behandeln Apparate für Chemie, der Bericht über unorganische Chemie rührt von den Proff. Kraut und Landolt, der über organische Chemie von Prof. Liebermann her, endlich bespricht noch Prof. Sell die chemischen Vorlesungsapparate. Unter den letzteren sind die von Prof. Landolt angegebenen und vom verstorbenen Dr. H. Geissler in Bonn ausgeführten Projectionsapparate für chemische Vorlesungen hervorzuheben. Um einem grösseren Zuhörerkreise chemische Vorgänge zur Anschauung zu bringen, werden Versuche in minutiös kleinen Glasapparaten ausgeführt und das Bild der Apparate wie der in ihrem Inneren vorgehenden Erscheinungen wird vermittels einer Duboscq'schen Lampe in sehr vergrössertem Maassstabe auf einen für alle Zuhörer sichtbaren Schirm geworfen.

Bei Gelegenheit einer zusammenhängenden Besprechung betreffend die zweckmässigste Anordnung von Berichten über Ausstellungen von wissenschaftlichen Instrumenten beabsichtige ich sowohl auf das vorliegende Werk als auf die Berichte über die wissenschaftlichen Apparate der Berliner Gewerbeausstellung noch einmal zurückzukommen. *L. Loewenherz.*

Journal- und Patentlitteratur.

Ein neues Hygrometer.

Von Dr. Hertz. Verhandl. der physik. Ges. in Berlin. Sitzung vom 20. Jan. 1882.

Bei diesem Hygrometer wird die relative Feuchtigkeit durch das Gewicht gemessen, welches ein hygroskopischer anorganischer Körper an der Luft annimmt. Das Princip lässt sich auf verschiedene Weise verwirklichen. Bei dem vom Verf. angezeigten Hygrometer ist die hygroskopische Substanz ein mit Chlorcalcium-Lösung getränktes Stück Seidenpapier von 1 qcm Oberfläche. Dasselbe ist an einem ca. 10 cm langen Hebelarm (Glasfaden) befestigt, der seinerseits auf einem sehr dünnen horizontal gespannten Silberdraht sitzt, dergestalt, dass das Ganze eine sehr empfindliche Torsionswaage bildet. Das Hygrometer ist empirisch calibrirt, der Temperatureinfluss auf dasselbe zeigte sich sehr gering. Bei sehr grosser relativer Feuchtigkeit wird das Instrument indessen leicht unbrauchbar, da sich dann sichtbare Tropfen auf dem Papier bilden, und in Folge dessen leicht ein Theil der hygroskopischen Substanz verloren gehen kann. *T.*

Ueber Aperiodicitätsstörung durch dämpfende und antastasirende Eisenmassen.

Von Prof. Arthur Christiani. Verhandl. d. physik. Ges. in Berlin. Sitzung vom 20. Januar 1882.

Du Bois-Reymond hatte bei einer bestimmten Bussole nicht in gewohnter Weise den aperiodischen Zustand mit Hülfe des Haug'schen Stabes herbeiführen können, indem der Magnet, ohne in einer bestimmten Zeit die Null-Lage zu erreichen, gewisse eigenthümliche Discontinuitäten in seiner Bewegung zeigte. Als die Anfangs unerklärt gebliebene Ursache dieser Erscheinung wurde vom Verfasser ein Eisengehalt der Messing-Kapsel entdeckt, welche den Dämpfer der Bussole abschliesst. Die Erscheinung konnte mittels sehr kleiner Mengen (0,5 mg und weniger) von äusserst feinem Eisenpulver, welches, mit Klebwachs gemischt, in Scheibenform an Stelle der Kapsel gebracht wurde, künstlich hervorgebracht werden. Verf. stellt gleichzeitig versuchsweise die Grundzüge für eine Theorie der Erscheinung auf. *T.*

Ueber das Funkeln der Sterne und die Scintillation überhaupt.

Von Prof. Dr. K. Exner in Wien. Anzeiger der K. Akad. d. Wiss. in Wien. 1881 Nr. XXV.

Schon Jamin hat erkannt, dass die Erscheinungen im Arago'schen Scintillometer auf stets wechselnden Krümmungen der einfallenden Lichtwellenflächen beruhen. Eine genauere Betrachtung dieser Erscheinungen lässt dieselben unter bekannte Beugungserscheinungen fallen, und lehrt,



aus den Veränderungen der Beugungsfiguren im Arago'schen Scintillometer jene Krümmungen zu berechnen. Ein auf solche Messungen eingerichtetes Arago'sches Scintillometer ergab Krümmungen von beispielsweise 6000 m Radius.

Andererseits werden aus der wellenartigen Bewegung, welche das streifenförmige Bild eines scintillirenden Sternes zeigt, wenn derselbe durch ein grosses astronomisches Fernrohr betrachtet wird, dessen Objectiv mit einem spaltförmig ausgeschnittenen Schirme bedeckt und dessen Ocular eingeschoben ist, auch die Erstreckungen der Aus- und Einbiegungen längs den einfallenden Lichtwellenflächen gemessen. Es ergeben sich Erstreckungen von 1 dm.

In dieser Weise wird eine vollständige numerische Bestimmung der Unregelmässigkeiten der Wellenflächen erreicht. Es werden sämmtliche bekannten mit der Scintillation verbundenen Erscheinungen lediglich als Resultat der Fortpflanzung der durch unregelmässige Brechungen der Strahlen beim Durchgange durch die Atmosphäre deformirten Wellenflächen erhalten. Es erweist sich so die schon von Hooke, Newton und Young aufgestellte Theorie als richtig, welche die Ursache der Erscheinungen der Scintillation in den Brechungen sucht, welche die Strahlen durch die wechselnden Unregelmässigkeiten der Atmosphäre erfahren, während Arago's auf die Interferenz gegründete Theorie eine genauere Prüfung nicht besteht.

Die mit der Scintillation verbundenen Farbenerscheinungen resultiren aus dem Zusammenwirken der unregelmässigen Brechungen und der regelmässigen atmosphärischen Strahlendispersion. Es folgen hieraus die Erscheinungen, welche die Spectren scintillirender Sterne zeigen und insbesondere das merkwürdige von Respighi entdeckte Phänomen, dass in den Spectren östlicher Sterne die Erschütterungen vorwiegend von Violett gegen Roth, in den Spectren westlicher umgekehrt von Roth gegen Violett fortschreiten. *W.*

Batterie mit sehr geringem inneren Widerstand.

Von Cromwell F. Varley. Journal of the Society of Telegraph Engineers and Electricians. 1882. Januar.

In concentrirter Schwefelsäure ($H_2SO_4 + 2H_2O$) befindet sich das Kupfer; über der concentrirten Säure steht vermöge ihres geringeren specifischen Gewichtes verdünnte ($H_2SO_4 + 8H_2O$), in der sich in möglichst geringer Entfernung vom Kupfer das Zink befindet. Die letztere Elektrode hat wie bei den meisten Varley'schen Constructionen die Form eines flachen Kegels, dessen Spitze nach unten gekehrt ist. Hierdurch wird etwa sich niederschlagenden Gasbläschen das Entweichen erleichtert. So construirte Elemente zeigten einen Widerstand von nur 0,5 Ohms. Ein besonderer Vorzug derselben ist noch, dass sie überall mit den primitivsten Mitteln leicht hergestellt werden können. Doch würden dieselben keine lange Dauer haben, da sich die Flüssigkeiten nach einiger Zeit mischen würden und Kupfer zum Zink übergehen würde. Um diesen Uebelstand zu beseitigen, färbt Varley die concentrirte Säure mit Indigo oder Lackmus, so dass der Eintritt des Mischens leicht bemerkt wird. Ist die Mischung zu weit vorgeschritten, so hebt man mit einer Pipette die gemischten Schichten heraus und ersetzt die weggenommene Flüssigkeit mittels passender Trichter durch neue. Auf diese Weise kann das Element auch dauernd verwendet werden. *L.*

Elektrische Schmetterlingsuhr.

Von Lemoine. La Nature 1881. December 31.

Bei dieser Uhr wird die Elektricität als Kraftquelle benutzt; dieselbe wirkt durch einen Elektromagneten auf ein Pendel, das unten eine weiche Eisenplatte trägt. Dieses treibt die Zeiger und trägt am unteren Theile eine horizontale Axe, an der ein Stäbchen leicht drehbar hängt. An diesem Stäbchen befindet sich eine schmetterlingsförmige Windfahne aus Glimmer oder Papier. Giebt man dem Pendel eine passende Anfangsgeschwindigkeit, so stellt sich das die Windfahne tragende Stäbchen infolge des Luftwiderstandes schräg. Je mehr die Geschwindigkeit des Pendels sinkt, desto mehr senkt sich das Stäbchen. Hat die Geschwindigkeit eine gewisse untere Grenze erreicht, so ist das Stäbchen so weit gesunken, dass dessen unteres Ende an eine Contactfeder streift, wodurch der Strom geschlossen wird. Durch denselben wird die Eisenplatte des Pendels vom Elektromagneten gehoben, und das Spiel beginnt von neuem. Durch diese Einrichtung wird die Batterie vollständig ausgenutzt, und, falls Elemente angewendet werden, die sich nur bei Durchgang des Stromes abnutzen, die Gangdauer der Uhr eine möglichst grosse. *L.*



Stetiger Rheostat.

Von Dini. L'Électricien. 1881. Nr. 17.

Dieser Apparat gestattet eine continuirliche Veränderung des Widerstandes und eignet sich daher besonders zu Widerstandsregulirungen in den Zweigen der Wheatstone'schen Brücke. Eine dünne kreisförmige Platinschicht, welche auf eine Glasplatte befestigt ist, repräsentirt den veränderlichen Widerstand. Im Centrum dieses Kreises befindet sich ein Zeiger, welcher mit einem Ende auf der platinirten in 450 Grade getheilten Peripherie schleift und dadurch successive die gewünschten Widerstände einschaltet. Mit dem hier beschriebenen sehr einfachen Apparate lassen sich Widerstände bis zu 450 Ohms herstellen. *R.*

Untersuchungen über die Bestimmungen der erdmagnetischen Inklination vermittels des Weberschen Erdinductors.

Von M. Th. Edelmann. Carl's Repertorium 8. S. 1.

Um die Unsicherheiten, welche der Beobachtung von Inclinationsnadeln anhaften, bei Bestimmung der erdmagnetischen Inclination zu vermeiden, hat Weber (Pogg. Ann. Bd. 90) einen Apparat erfunden, bei welchem durch den Erdmagnetismus, und zwar einmal durch seine horizontale, das andere Mal durch seine verticale Componente, in eine geschlossene Drahtspirale Ströme inducirt werden, deren Intensität an einem Galvanometer gemessen werden. Das Verhältniss beider inducirten Stromintensitäten (die verticale dividirt durch die horizontale) ist dann unmittelbar gleich der Tangente des magnetischen Inclinationswinkels.

Der Apparat ist im Wesentlichen folgendermaassen construirt. Eine grosse Rolle Kupferdraht kann um eine Axe (I) gedreht werden, welche selbst wieder in einem Bügel gehalten wird, welcher um eine senkrecht gegen seine Ebene gerichtete Axe (II) beweglich ist. Durch Neigen oder Aufrichten des Bügels kann die Axe I waagerecht oder senkrecht gestellt werden.

Zuerst wird die Ebene des Bügels parallel dem magnetischen Meridian, die Axe I aber senkrecht gestellt. Nun kann man mit Hülfe einer an der Axe I befestigten kleinen Kurbel bald die eine Seite der Drahtrolle dem magnetischen Nordpol zukehren, bald — durch Drehung um 180° — die andere Seite. Bei jeder Drehung inducirt sich in die Rolle durch die Wirkung des Erdmagnetismus ein Strom, welcher eine etwa 3 m davon entfernt stehende Galvanometernadel in jedesmal wechselndem Sinne zum Ausschlag bringt. Die Beobachtung des sehr kleinen Ausschlagswinkels geschieht durch ein Fernrohr mit Spiegelablesung.

Zur Messung selbst dreht man die Drahtrolle rasch um 180° herum. Die Nadel, durch den so erzeugten Inductionsstrom getrieben, verlässt ihre Ruhelage, um ihre erste Schwingung zu beginnen. Wenn sie dann zurückkehrt und im Begriff ist, die Ruhelage zu passiren, dreht man rasch die Rolle um 180° zurück, wodurch man der Galvanometernadel einen zweiten Impuls ertheilt. Bei weiteren solchen Impulsen vergrössert sich allmählich die Elongation der Schwingungen, bis sie endlich vermöge der Gegenwirkung durch die Dämpfung eine maximale Grösse annimmt. Diese, auf der Scale abgelesen, wird als Maassangabe für die Stromstärke des einzelnen Inductionsstosses genommen.

Neigt man jetzt den Bügel um 90°, sodass die Drehungsaxe der Drahtrolle nun waagerecht steht, so wird auch in dieser Stellung wieder in derselben Weise ein Oscilliren der Galvanometernadel bewirkt und dies bis zu einer Maximal-Elongation getrieben werden können. Jetzt aber ist es die verticale Componente der erdmagnetischen Kraft, welche den Inductionsstrom hervorruft, während es in der ersten Versuchsreihe die horizontale Componente war.

Dies das Princip des Apparats, welcher bei einigen für das Jahr 1882/3 geplanten arktischen Expeditionen in Anwendung gebracht werden soll, und bei dessen Ausführung der Verfasser sich die Aufgabe gestellt hat, die Gewinnung der correctesten Resultate zu ermöglichen. Als Basis wird daher ein aus dem „gewachsenen" Boden herauf gemauerter Pfeiler verlangt. Darauf steht ein Dreifuss, welcher die Axe II genau horizontal und genau senkrecht gegen den magnetischen Meridian, sowie gegen die Axe I trägt. Ueberall sind die nöthigen Stellschrauben angebracht, überall die subtilsten Controlen angegeben. Vorzüglich wichtig und schwierig ist es, die mittlere Lage der Mündungsebene des Kupferdrahts zu bestimmen.

Endlich weist der Verfasser nach, dass die beobachteten Schwingungselongationen nicht als proportional den Stromintensitäten anzusehen sind, da das Dämpfungsverhältniss abhängig von der

Schwingungsweite ist. Dagegen findet man das Verhältniss der beiden erdmagnetischen Componenten mit völliger Sicherheit, wenn man in den beiden correspondirenden Versuchsreihen durch Stromverzweigungen und Einschaltung von Widerständen die Stromintensitäten so völlig ausgleicht, dass die Schwingungselongationen gleich gross sind. Alsdann kann man die elektromotorische Kraft der erdmagnetischen Induction aus den angewandten Widerständen mit völliger Sicherheit nach einfachen Formeln bestimmen und in den Ausdruck für die Tangente des magnetischen Inclinationswinkels einsetzen. *Z.*

Ueber ein elektrolytisches Dosometer.

Von Pulvermacher. Compt. rend. 93. S. 903.

Das Dosometer soll dazu dienen, bei therapeutischer Anwendung elektrischer Ströme die kleinen Elektricitätsmengen abzumessen, welche man zu geben beabsichtigt. Es beruht auf dem Princip des Voltameters und besteht in einem kleinen Glasgefässe, in welches zwei in den Boden eingeschmolzene Platindrähte hineinragen. Nach oben steigt daraus eine beiderseits offene Röhre von 1 mm Durchmesser im Lichten empor, welche nahe dem Grunde des Gefässes entspringt und hinter welcher sich eine Scala befindet. Seitwärts neben ihr ist noch eine Oeffnung, welche mittels Kautschukklappe leicht zu öffnen oder luftdicht zu verschliessen ist.

Ist nun das Gefäss mit gefärbtem Wasser bis zum Scalapunkt 0 gefüllt, die Kautschukklappe geschlossen und der wirksame elektrische Strom hindurch geleitet, so sammelt sich das aus der Wasserzersetzung hervorgehende Knallgas oben in dem Gefäss und verdrängt von dort das Wasser, welches nun in der Röhre emporsteigt. So lässt sich also an der Scala die Menge der hindurch geströmten Elektricität ablesen.

Dieser Apparat wird, wie das Voltameter, nur functioniren, wenn die elektromotorische Kraft der Kette keine zu geringe ist — was allerdings bei der Anwendung für ärztliche Zwecke vorausgesetzt werden darf. Auch dann aber wird es noch manchen Fehlerquellen unterliegen. Besonders muss der luftdichte Schluss des Gefässes durch die Kautschukklappe genau controlirt werden. Auch treten durch Absorption der Gase in der Flüssigkeit, sowie durch Wiedervereinigung des Sauerstoffs mit dem Wasserstoff Fehler ein, wegen welcher wir auf das Kapitel „Voltameter" in Wiedemanns Lehrbuch vom Galvanismus und Elektromagnetismus verweisen wollen. *Z.*

Die Bestimmung der Feuchtigkeit der Luft mit dem Psychrometer.

Von N. Szorykin. Wilds Rep. f. Met. Bd. 7. No. 8.

August, der Erfinder des zur Bestimmung des Feuchtigkeitsgehalts der Luft vielfach angewandten Psychrometers, hat für dasselbe aus theoretischen Gesichtspunkten die folgende Formel abgeleitet: $x = f - A\,(t' - t) \cdot B$. Dabei bedeutet x die wirkliche Spannkraft des bei den Beobachtungen in der Luft enthaltenen Wasserdampfes, f die Spannkraft des bei A gesättigten Dampfes, t die Temperatur des feuchten, t' die Temperatur des trocknen Thermometers, B den Barometerstand, A eine Constante, welche nach August einen verschiedenen Werth hat, je nachdem die Temperatur der Luft über oder unter dem Gefrierpunkte liegt. Der Verf. leitet von neuen Gesichtspunkten aus die August'sche Formel ab, wobei ihm die Nothwendigkeit einer Verschiedenheit der Constanten für Temperaturen über und unter Null als zweifelhaft erscheint.

Der Hauptwerth der Arbeit des Verfassers liegt aber in der experimentellen Bestimmung der Constanten A und ihrer Abhängigkeit von der Geschwindigkeit des Luftzuges, welchem das Psychrometer ausgesetzt ist. Das Psychrometer befand sich theils in freier Luft, und wurde in diesem Falle der Luftzug durch einen, neben dem Psychrometer aufgestellten Ventilator hergestellt, theils war das Psychrometer in einem Kästchen eingeschlossen, durch welches Luft aspirirt wurde. Der Feuchtigkeitsgehalt der Luft wurde durch ein Volumen- resp. ein Condensations-Hygrometer gemessen, deren Leistungsfähigkeit selbst vorher bestimmt worden war. Es kamen zwei verschiedene Psychrometer mit Thermometern von verschiedenen Dimensionen zur Anwendung. Die Uebereinstimmung zwischen den beobachteten und berechneten Differenzen der Psychrometer und der anderen Hygrometer ist durchweg eine recht befriedigende.

Die Schlüsse, welche der Verf. aus seinen Experimenten zieht, sind folgende:

Die Grösse A kann bei allen, gewöhnlich vorkommenden Temperaturen und Feuchtigkeitsgraden als unabhängig von der Temperatur und dem Feuchtigkeitsgehalt, d. h. von t und t' be-



trachtet werden; insbesondere ist es nicht nöthig, für die Temperaturen über und unter Null verschiedene Werthe der Constanten anzunehmen; dagegen hängt A von der Geschwindigkeit des Windes und der Grösse der Thermometer ab. Für die beiden angewandten Psychrometer, von denen die Thermometer des einen mit einem kugelförmigen Gefässe von 10 mm Durchmesser, die des anderen mit 27 mm langen cylindrischen Gefässen von 5,7 mm Durchmesser versehen waren, ergab sich für die Luftgeschwindigkeit v zwischen 0,4 m und 4 m

$$10^6 A = 593{,}1 + \frac{135{,}1}{\sqrt{v}} + \frac{48{,}0}{v}$$

und

$$10^6 A = 640{,}3 + \frac{4{,}3}{\sqrt{v}} + \frac{51{,}5}{v},$$

falls die Temperatur in Centigraden, der Barometerstand in Millimetern und die Geschwindigkeit in Metern pro Secunde gemessen wird. Ist die Luftgeschwindigkeit nicht zu klein, etwa 1,5 — 2 m (die Luftgeschwindigkeit bei Anwendung der gewöhnlichen Ventilatoren), so überschreitet der wahrscheinliche Fehler der vom Psychrometer angezeigten Feuchtigkeit nicht $\pm$ 0,05 mm. In diesem Fall kann das Psychrometer in Bezug auf die Genauigkeit der Beobachtungs-Resultate den besten Hygrometern an die Seite gestellt werden. Bei sehr kleinen Luftgeschwindigkeiten, resp. bei Nichtanwendung eines Ventilators ist der wahrscheinliche Fehler etwa vier Mal grösser. Der Verf. giebt zum Schlusse noch eine Tabelle zur leichteren Berechnung der Psychrometer-Angaben mit dem von ihm für Psychrometer mit Ventilatoren gefundenen Werthe der Constanten bei mittleren Verhältnissen, nämlich $A = 0{,}000725$. *T.*

Elektrischer Motor.

Von Bürgin. L'Électricien. 1882. Nr. 18.

Auf der elektrischen Ausstellung zu Paris war von Bürgin in Basel ein elektrischer Motor ausgestellt, welcher sich von den herkömmlichen Apparaten dieser Art dadurch unterscheidet, dass bei ihm die Bewegungen nicht durch Umkehrung der Polarität von Elektromagneten hervorgebracht werden. Da in Folge dieses Umstandes keine magnetische Trägheit zu überwinden ist, lassen sich mit diesem Motor sehr grosse Drehungsgeschwindigkeiten erzielen. Der ziemlich einfache Apparat besteht im Wesentlichen aus einem cylinderförmigen Eisenkerne, welcher mit einem Drahte so umsponnen ist, dass die Windungen desselben eine Kugel bilden. Durch diesen Draht läuft ein beständiger elektrischer Strom, welcher die Endflächen des um eine horizontale Axe drehbaren Eisenkernes polarisirt. Diese bewegliche, den Elektro-Magnet enthaltende Kugel befindet sich im Innern einer festen Kugelschale, welche mit einem zweiten Drahte umsponnen ist und zwar so, dass die Windungen desselben immer horizontal laufen.

Die Bewegung des polarisirten Eisenkernes um seine Axe wird nun bewirkt durch die Wechselwirkung zwischen demselben und den Umwindungen der festen Kugelschale und durch die Stromumkehrungen in den letzteren.

Verfasser stellt die charakteristischen Eigenschaften dieses interessanten Instrumentes in folgenden drei Punkten zusammen:

1. Der bewegliche Theil besteht in einem Elektro-Magneten, dessen Polaritäten niemals umgekehrt werden.
2. Die Ströme kehren sich um in dem festen Theile des Motors und nicht im beweglichen.
3. Die Bewegungen werden durch die Wechselwirkung eines Stromes und Elektromagneten hervorgebracht, und nicht durch wechselseitige Anziehungen zweier Elektromagnete.

R.

Secundärbatterie.

Von Faure. L'Électricien. 1882. Nr. 18.

Es wird hier ein neues von Reynier construirtes Modell des Faure'schen Secundärelementes beschrieben. In Bezug auf seine innere Construction gleicht dasselbe ganz dem des ersten Systems: die Platten sind schneckenartig aufgerollt und die Mennigeschicht auf denselben wird durch Filzdecken festgehalten. Das Gefäss jedoch besteht aus Glas und nicht aus Blei wie bei den früheren Modellen; Reynier zieht die Glasvase nur deshalb vor, weil sich bei derselben die Veränderungen im Innern des Elementes besser überwachen lassen.

Die kleinste Art der nach diesem Modelle construirten Elemente besitzt einen Durchmesser

von 10,5 cm und eine Höhe von 18 cm; die Vase enthält 0,5 l gesäuertes Wasser, die Gesammtoberfläche der deiden Platten beträgt 0,12 qm und das Gewicht des ganzen Elementes 4 kg. Das grösste Modell enthält 1 l Flüssigkeit und wiegt 8 kg; Durchmesser und Höhe betragen bezw. 13 und 25 cm und die Oberfläche der Platten 0,36 qm. Leider sind Messungen über die Capacität dieser Elektricitätsansammler noch nicht angestellt worden. *R.*

Apparat zur Darstellung der Figuren von Lissajous.

Construirt von Prof. Dr. Pfaundler, ausgeführt von F. Miller in Innsbruck. Centr.-Zeit. f. Opt. u. Mech. 1882. No. 4.

Vor vielen anderen zur Darstellung der Lissajous'schen Figuren construirten Apparaten dürften sich die von Prof. Pfaundler construirten und von F. Miller ausgeführten Apparate durch ihre Einfachheit auszeichnen. — An einem Prisma *A* (Fig 1) sind zwei starke Federn *a* und *b* so befestigt, dass sie auf einander senkrecht stehen. Das Prisma besteht aus zwei durch eine Filzscheibe von einander getrennten Theilen, damit die Schwingungen der einen Feder sich nicht auf die andere übertragen. An den oberen Enden dieser Federn befinden sich dünne Metallscheibchen *c* und *d*, von denen jedes mit einem Schlitze, der die Verlängerung der Federkante bildet, versehen ist. Wird der Apparat gegen einen hellen Hintergrund gestellt, so erscheint an der Kreuzungsstelle der Schlitze ein heller Punkt, der zur geraden Linie wird, wenn eine der beiden Federn schwingt, und in eine der Lissajous'schen Figuren übergeht, wenn beide Federn

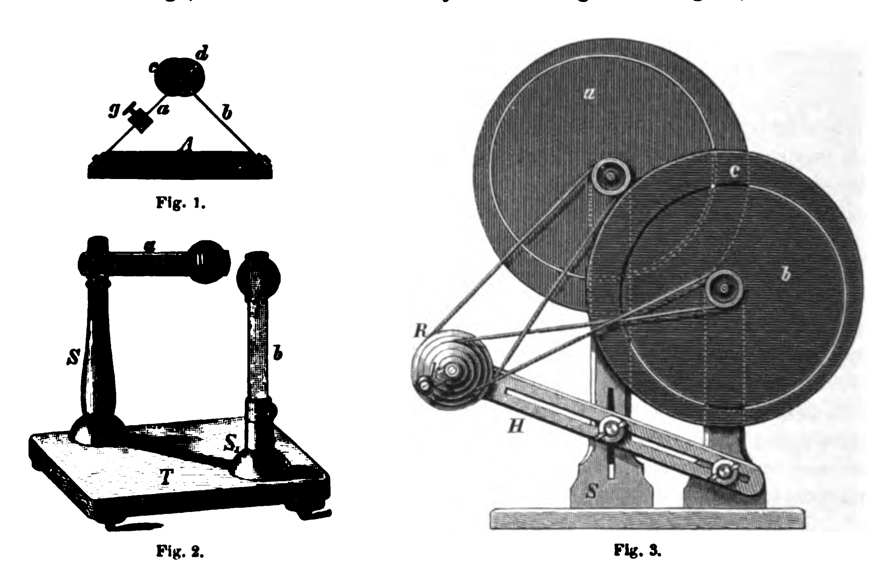


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

in Schwingungen versetzt sind. Das Laufgewicht *g* dient zur Regulirung des Schwingungsverhältnisses. Der Apparat dient zur subjectiven Beobachtung. — Eine Modification dieser Construction bildet ein zweiter Apparat, bei dem die mit Schlitzen versehenen Metallscheibchen durch Spiegel ersetzt sind; man lässt hier einen Lichtstrahl von beiden Spiegeln nach einander reflectiren.

Ein dritter Apparat zeigt folgende Construction: Auf dem starken Brette *T* (Fig. 2) sind die beiden Säulen *S* und S_1 von unten mit Flügelmuttern befestigt; dieselben sind in einem Schlitze verschiebbar und können auch gedreht werden. *a* und *b* sind wieder zwei starke Federn, die auch hier mit Spiegeln versehen sind, und zwar entweder mit schwarzen Spiegeln zur subjectiven Beobachtung, oder mit Amalgamspiegeln behufs Projection auf einen Schirm. Der gleiche Apparat ist in einer vierten Construction mit Hülfe von Elektromagneten zur Erzeugung dauernder Schwingungen eingerichtet.

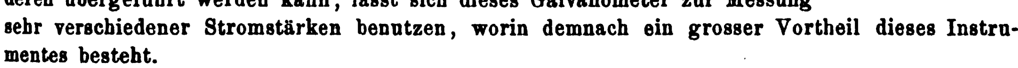
Bei einem fünften Apparate (Fig. 3) sind die Schwingungscurven auf Glasscheiben *a* und *b* aufgetragen; die Scheiben sind mit schwarzem Lack überzogen und die Curven herausgestochen. Die Glasscheiben werden durch Drehen der Kurbel *K* in Rotation versetzt und der Apparat so

vor eine Lichtquelle gestellt, dass die Strahlen an der Kreuzungsstelle der beiden Curven anstreben und auf einem weissen Schirme aufgefangen werden können. Die Höhe des Apparates passt für eine Duboscq'sche Lampe. In die Rolle *R* sind sechs Schnurläufe gestochen, deren Durchmesser in dem Verhältnisse von 1:2:3:4:5:6 stehen, so dass die Umdrehungsgeschwindigkeit der Glasscheiben geändert werden kann. Um stets die gleichen Schnüre benutzen und gleichmässig spannen zu können, ist die Rolle *R* auf einer in ihrer Längsrichtung geschlitzten Schiene befestigt, die selbst wieder in dem geschlitzten Ständer *S* verschoben werden kann. — Zur Darstellung der Pendel- und Saitenschwingungen ist eine dritte Glasscheibe mit entsprechender Curve beigegeben. *W.*

Galvanometer für starke Ströme.

Von N. M. Th. Edelmann in München. Elektrotechnische Zeitschrift 1882, Heft 2.

Dieses neue Instrument unterscheidet sich von allen Messinstrumenten dieser Art dadurch, dass nicht wie bei diesen der elektrische Strom in Windungen um eine Magnetnadel herumgeführt wird, sondern dass umgekehrt die Arme einer hufeisenförmigen Magnetnadel eine schmale Stromschleife einschliessen. In der nebenstehenden Skizze bedeutet *NS* die Magnetnadel und *C* die Stromschleife, welche aus einem in der Mitte durchschnittenen Kupfercylinder besteht, dessen Hälften an den Stellen *a*, *b*, *c* durch einen Metallstöpsel leitend mit einander verbunden werden können. Am oberen Ende sind die beiden Halbcylinder durch eine isolirende Hartgummikappe mit einander verbunden; dieselbe trägt eine feine Stahlspitze, um welche sich die mittels eines Achathütchens aufgesetzte Magnetnadel dreht. In gleicher Höhe der Zeiger *ZZ* befindet sich ausserdem ein horizontaler graduirter Kreis, an welchem die Ablenkungen der Nadel abgelesen werden. Dadurch nun, dass der Strom in der Schleife in den verschiedenen Höhen *a*, *b*, *c* von einem Halbcylinder zum anderen übergeführt werden kann, lässt sich dieses Galvanometer zur Messung sehr verschiedener Stromstärken benutzen, worin demnach ein grosser Vortheil dieses Instrumentes besteht.



Wie Verfasser angiebt, lassen sich bei Stöpselung des obersten Loches *a* Ströme messen, welche ein Licht von 1000 bis 3000 Kerzen Stärke erzeugen, während die niedrigste Stellung für Ströme gilt, welche bei Glühversuchen und metallurgischen Processen verwandt werden. *R.*

Ueber die Temperatur-Coefficienten Naudet'scher Aneroide.

Von Heinrich Hartl. Mittheil. des k. k. milit.-geogr. Institutes. I. Band 1881, S. 1.

Der Verf. giebt für die Beobachtungsjahre 1869—1881 die aus Vergleichungen mit dem Quecksilberbarometer während der Wintermonate abgeleiteten Temperatur-Coefficienten einer grossen Anzahl (ca. 80) Naudet'scher Aneroide. Die Frage, ob eine Aenderung dieser Coefficienten mit der Zeit stattfinde, wird verneint, da die zum Theil allerdings beträchtlichen Schwankungen Beobachtungsfehlern zugeschrieben werden müssen, ein entschiedener Gang sich aber nur bei zwei Instrumenten zeigt. Dagegen findet der Verf., dass der numerische Werth des (stets negativen) Coefficienten bei allen Aneroiden mit dem Barometerstande wächst und abnimmt. Dieses wird besonders an fünf Aneroiden nachgewiesen und die Abhängigkeit theils durch eine lineare, theils durch eine noch ein quadratisches Glied des Barometerstandes enthaltende Formel dargestellt. Ref. möchte dazu bemerken, dass die Abhängigkeit innerhalb der Beobachtungsfehler durch die einfache Annahme dargestellt werden kann, dass der Werth des Coefficienten dem Barometerstande proportional sei, dass jedenfalls aber die Einführung eines quadratischen Gliedes durch die vorliegenden Beobachtungen nicht gefordert wird. *T.*

Die praktischen elektrischen Einheiten.

Von E. Hospitalier. L'Électricien No. 21.

In diesem Aufsatze giebt Verfasser eine allgemein verständliche Darstellung der vom internationalen Elektriker-Congress 1881 angenommenen elektrischen Einheiten, indem er dieselben zu solchen Werthen in Beziehung bringt, welche in der Praxis bereits häufig im Gebrauche sind.

In der folgenden Tabelle sind die fünf elektrischen Grössen, die Namen für ihre Einheiten sowie ihre fast allgemein angenommenen Symbole zusammengestellt:



	Einheit.	Symbol.
Widerstand:	Ohm	W
Elektromot. Kraft:	Volt	E
Intensität:	Ampère	J
Eelektricitätsmenge:	Coulomb	Q
Capacität:	Farad	C.

Nachdem Verfasser noch auf das Ohm'sche Gesetz $J = E/W$ hingewiesen, nach welchen die drei ersten elektrischen Grössen in engem Zusammenhange stehen, geht er zur Erläuterung der einzelnen elektrischen Einheiten über.

1) Die Widerstandseinheit „Ohm" ist gleich dem Widerstande einer Quecksilbersäule von 1 qmm Querschnitt und von ungefähr 105 cm Länge. Ebenso besitzt ein Kupferdraht von 1 mm Durchmesser und 48 m Länge, oder ein Eisendraht von 4 mm Durchmesser und 100 m Länge einen Widerstand von 1 Ohm.

2) Die elektromotorische Kraft von 1 Volt ist ungefähr gleich derjenigen eines gewöhnlichen Daniell'schen Elementes. Die elektromotorische Kraft eines Bunsen'schen Elementes ist gleich 1.9 Volts und die eines Secundär-Elementes von Planté 2.15 Volts.

3) Ein Strom besitzt die Intensität von 1 Ampère, wenn er mit der elektromotorischen Kraft von 1 Volt eine Leitung durchläuft, welche einen Widerstand von 1 Ohm besitzt. Schaltet man z. B. in einen Kreislauf von 100 m Kupferdraht von 1 mm Durchmesser ein Planté'sches Secundärelement ein, so wird der den Draht durchlaufende Strom die Intensität von 1 Ampère besitzen. Es ist dies ferner ungefähr die Stromintensität, welche nöthig ist, um die Edison'schen Glüh-Lampen zu unterhalten. Die Ströme beim Telegraphenbetriebe sind bedeutend schwächer und überschreiten nur selten 0,01 Ampère.

4) „Coulomb" ist die Elektricitätsmenge, welche bei einer Stromintensität von 1 Ampère in einer Secunde einen Leiter durchläuft. Nach Untersuchungen von Weber müssen 96 Coulomb Elektricität in einen Voltameter eintreten, um 9 mg Wasser zu zersetzen und 1 mg Wasserstoff hervorzubringen. Ist die Intensität des benutzten Stromes 1 Ampère, so sind demnach 96 Secunden nöthig, um 1 mg Wasserstoff zu erhalten, dagegen nur eine Secunde, wenn der Strom die Intensität von 96 Ampère besitzt.

5) Ein Condensator hat eine Capacität von 1 Farad, wenn er eine Elektricitätsmenge von 1 Coulomb mit der elektromotorischen Kraft 1 Volt einschliesst. In Wirklichkeit existirt ein Condensator von so grosser Capacität nicht und man rechnet in der Praxis gewöhnlich mit dem Mikrofarad, welcher gleich 0,000 001 Farad ist. *R.*

Registrirung der Secundenschläge einer Pendeluhr mittels des Mikrophons.

Von W. Meyer in Genf. L'Électricien. Nr. 20.

In einem der ersten Hefte dieser Zeitschrift wurde bereits über die Untersuchungen berichtet, welche W. Meyer in Genf angestellt hatte, um die Secundenschläge einer Pendeluhr mit Hülfe des Mikro-Telephons in verschiedenen Beobachtungsräumen einer Sternwarte hörbar zu machen, ebenso wie dieser Apparat ermöglicht, verschiedene örtlich von einander getrennte Uhren direct mit einander zu vergleichen. Durch verschiedene Verbesserungen bei Construction und Anbringung des Mikrophons am Gehäuse der Uhr können die Uhrvergleichungen gegenwärtig mit weit grösserer Genauigkeit ausgeführt werden. So resultirt aus zahlreichen Coincidenzbeobachtungen, welche zwischen einem Sternzeit-Chronometer und einer auf mittlere Zeit gestellten Pendeluhr ausgeführt wurden, dass der mittlere Fehler einer einzigen Beobachtung nur 0ˢ.059 beträgt, diese Methode also dieselbe Genauigkeit besitzt, mit welcher sich zwei nach derselben Zeit gehende Uhren direct mittels des Gehöres vergleichen lassen.

Eine neue vortheilhafte Anwendung findet das Mikrophon im Coincidenz-Telephon, bei welchem die Secundenschläge zweier Pendeluhren auf ein und demselben Telephon hörbar gemacht werden. Die beiden Ströme, welche von den Mikrophonen der zwei Uhren ausgehen, passiren zunächst jeder einen Rheostat, vereinigen sich dann vor dem Eintritt in das Telephon und trennen sich wieder, um sich mit den respectiven Polen ihrer Batterien zu vereinigen. Mittels der Rheostate lassen sich nun die beiden Ströme so reguliren, dass die Schläge der beiden Uhren auf dem Telephon Töne von gleicher Stärke und Klangfarbe hervorbringen, und man die Coincidenz der Secunden-



schläge mit grosser Leichtigkeit beobachten kann. Diese Methode hat vor der gewöhnlichen noch den Vortheil, dass der mögliche constante Fehler bei Vergleichung zweier Uhren, deren Schläge sehr verschiedene Stärke und Klangfarbe besitzen, eliminirt wird.

In neuerer Zeit hat nun W. Meyer auch versucht, das an einer Pendeluhr angebrachte Mikrophon direct mit einem Chronographen in Verbindung zu bringen, indem er denselben in den Kreislauf zwischen Mikrophon und eine Batterie von 5 Meidinger-Elementen einschaltete. Der Versuch gelang und wurden die Secunden der Uhr auf dem Streifen des Chronographen registrirt. Nach der Construction des Mikrophons functionirt hier der Chronograph in Folge von Stromunterbrechungen; während der Intervalle zwischen den Secundenschlägen wird der Anker angezogen, nur beim Secundenschlage selbst für einen Moment losgelassen.

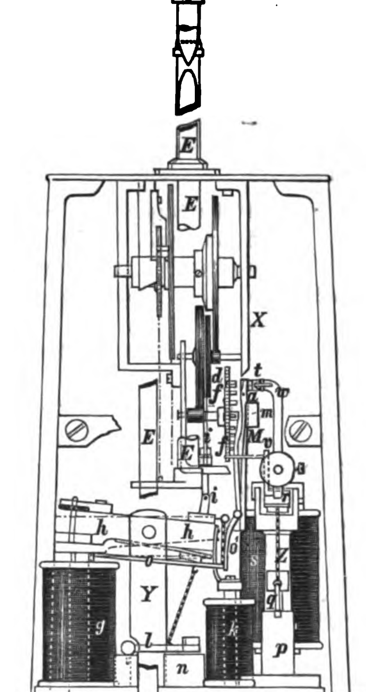
Wie an betreffender Stelle bemerkt wird, besteht allerdings ein Uebelstand dieser Registrir-Methode darin, dass der mikrophonische Strom nicht immer constant ist, und dass die Contactveränderungen im Mikrophon, welche durch die Secundenschläge bewirkt werden, mitunter nicht intensiv genug sind. Doch hat sich herausgestellt, dass dergleichen Störungen nicht zu häufig vorkommen und ein Mikrophon im Allgemeinen einen Monat functionirt, ohne dass irgend welche Regulirung nothwendig wäre. *R.*

Elektrische Lampe.

Von W. Greb & Co. in Frankfurt a. M. D.R.P. 16635 v. 2. April 1881.

Die Lampe besteht aus drei wesentlichen Theilen: 1) dem Uhrwerk *X*, 2) dem Abstossmechanismus *Y*, 3) dem Näherungsmechanismus *Z*. Diese drei Mechanismen sind durch ein Mittelglied verbunden, welches als sperrender Einfallhebel *M* das Uhrwerk bald mit dem Abstossungsmechanismus *Y*, bald mit dem Näherungsmechanismus, je nach Bedürfniss des Stromes, in Verbindung bringt.

Der Elektromagnet *g* des Abstossungsmechanismus *Y* ist in den Hauptstromkreis, die Elektromagneten *k* und *s* sind in Nebenstromkreise eingeschaltet. Der Hauptstrom erregt den Elektromagneten *g* und dieser bewirkt durch Anziehen des Ankers *h* mittels des Stosszahns *i* und Sperrrades *d* eine Entfernung der Kohlen *E E* von einander. Gleichzeitig wird aber der Strom von *g* auch unterbrochen, indem Anker *h* das Contactstück *l* aus dem Quecksilbergefäss *n* heraushebt, worauf Anker *h* sofort wieder zurückfällt und den Strom von *g* wieder schliesst. Dies wiederholt sich, bis die Kohlen eine entsprechende Entfernung von einander haben. Ist diese erreicht, so wird dies durch den vom Nebenstrom umschlossenen Anker *k* angezeigt, welcher den Anker *h*, der mit seinem Kern verbunden ist, festhält. Damit nun die Kohlen nicht wieder zusammenfallen, wird der beim Senken von *h* mittels des Zahnes *o'* des Auslösungsankers *o* aus den Stiften des Sternrades *f* ausgerückte, im Uhrwerksgestell bei *a* drehbare Einfallhebel *M* beim Wiederanziehen von *h* durch *g* an seinem unteren Ende frei und legt sich vermöge seines Gewichtes *m* wieder in die Stifte ein. Da auch der Elektromagnet *s* erregt ist, so wird sein Anker *r* angezogen und die mit ihm verbundene Rolle *w* gleitet auf der schiefen Fläche *t* und drückt den Hebel *M* wieder aus den Stiften des Sternrades, legt aber gleichzeitig den Stift *v* in das Sternrad *f* ein. Da nun bei dem Magneten *s* ganz ebenso wie bei *g* durch das Contactstück *q* und Quecksilbergefäss *p* der Strom abwechselnd geschlossen und unterbrochen wird, so erfolgen die Bewegungen von *M* und *v* abwechselnd, indem *M*, sobald die Rolle *w* wieder auf der schiefen Fläche *t* herabgleitet, durch sein Gewicht *m* sich in die Stifte *f* einlegt, während *v* das Sternrad verlässt, um dann wieder an den nächsten Zacken desselben zu fassen und so eine allmähliche Wiederannäherung der Kohlen durch Drehen des Sternrades *f* zu bewirken.



Kleinere Notizen.

Anwendung der Elektricität in der Marine. Von G. Fleuriais. L'Électricien. Bd. II. Nr. 22.

Unter den Navigations-Instrumenten, bei welchen Fleuriais die Elektricität mit Glück angewandt hat, ist besonders die „Log-Mühle" hervorzuheben: ein neuer Log-Apparat zur Bestimmung der Geschwindigkeit der Seeschiffe. Derselbe besteht im Wesentlichen aus einer Mühle mit vier halbkugelförmigen Schalen, ganz ähnlich wie bei einem Robinson'schen Anemometer; Fleuriais hat aus seinen Versuchen gefunden, dass die Gesetze, welche für das Anemometer in der Luft gelten, auch für ein sich im Wasser drehendes Mühlrad Gültigkeit haben. Das Tau, welches den Apparat trägt, ist mit einem Kabel umwunden, welches denselben mit einem auf dem Schiffe befindlichen Zählapparate verbindet.

Durch geeignete Vorrichtungen an der Axe des Rades wird bewirkt, dass die Zahl der Umdrehungen derselben mittels elektromagnetischer Uebertragung auf dem Zählwerk durch Glockenschläge angezeigt wird.

Schliesslich sei noch erwähnt, dass die Akademie der Wissenschaften zu Paris G. Fleuriais für seine Arbeiten mit dem Preis Plumey für 1881 belohnte. *R.*

Neuerungen an Apparaten zur Registrirung des Thermometerstandes. Von E. A. Brydges in Berlin. D. R. P. 17059 v. 21. Juli 1871. Kl. 42.

Auf der Stundenzeigerwelle einer Uhr ist eine Scheibe lichtempfindlichen Papieres befestigt; das Gehäuse der Uhr ist mit einem luftdicht schliessenden Deckel verschlossen, welcher mit einem radialen Schlitz von solcher Breite und Länge versehen ist, dass ein Thermometer hineingesteckt werden kann. Dadurch, dass nur durch den nicht von der Quecksilbersäule verdeckten Theil des Spaltes Licht auf die lichtempfindliche Platte fallen kann, erhält man ein Photogramm des Temperaturganges.

Ueber die Verdichtung der Gase an Körpern mit grosser Oberfläche. Von Dr. H. Kayser. Verhandl. d. physik. Ges. in Berlin. Sitzung vom 17. Februar 1882.

Frühere Untersuchungen des Verfassers ergeben, dass die Verdichtung von Gasen an Körpern mit grosser Oberfläche nicht nur von der Substanz des Körpers und der Grösse der Oberfläche, sondern sehr wesentlich auch von den zwischen den Oberflächen-Elementen verbleibenden Zwischenräumen abhänge, z. B. eine andere bei Glasfäden, eine andere bei Glaspulver sei. In der vorliegenden Untersuchung werden die Abweichungen verschiedener Gase und zwar von Kohlensäure, Schwefelsäure und Ammoniak vom Mariotte'schen Gesetze untersucht, wenn sich dieselben in einem leeren Gefässe oder in einem mit Glaspulver, Messing und Eisenspähnen angefüllten Gefässe befinden. *T.*

Ueber die Molecularstructur der Metalle. Von Kalischer. Verhandl. d. physik. Ges. in Berlin. Sitzung vom 3. März 1882.

Im Anschluss an seine Untersuchungen über die Anordnungen in den physikalischen Eigenschaften des durch Erwärmung auf 150° krystallinisch gewordenen Zinks hat der Verf. verschiedene andere Metalle durch Anätzen mit Säuren oder Salzen darauf hin untersucht, ob dieselben durch Erwärmen eine krystallinische Structur gewinnen. Von den in Form von gewalztem oder geschlagenem Blech untersuchten Metallen erwiesen sich schon vor dem Erwärmen als krystallinisch: Cadmium, Zinn, Eisen, Kupfer (letzteres jedoch nicht mehr bei einer Dicke von nur 0,08 mm, während Kupferblech von 0,3 mm noch krystallinisch ist) Kupferlegirungen, insbesondere Messing und Tomback; dagegen nicht Bronce mit einer erheblichen Menge Zinn, Blei, Platin. Bei allen diesen Metallen trat die krystallinische Structur nach dem Erwärmen viel deutlicher hervor. Erst nach dem Erwärmen zeigten sich krystallinisch Silber und Gold; nicht krystallinisch war Stahl, Nickel, Aluminium, Magnesium, Cobalt (in Barren). Der Verf. hat seine Untersuchungen auch auf gegossene Barren und auf Drähte ausgedehnt und hier ähnliche Resultate gewonnen. *T.*

Neuerungen in der Herstellung und Regeneration von Flüssigkeiten zum Gebrauche für galvanische Batterien. Von N. E. Reynier in Paris. — D. R. P. 16628 v. 26. Sept. 1880. Kl. 21.

Zur Erhöhung der Leitungsfähigkeit von Erregungsflüssigkeiten, deren Hauptbestandtheil Aetznatron, und für Depolarisatorflüssigkeiten, deren Hauptbestandtheil schwefelsaures Kupferoxyd ist, werden Mischungen verschiedener löslicher Salze den Flüssigkeiten zugesetzt. Die Erregungsflüssigkeit besteht aus 1200 Gewichtstheilen Wasser, 300 Natron, 100 Kali, 20

chlorsaures Kalium, 20 chlorsaures Natrium, 20 Chlorkalium, 20 Chlornatrium, 20 schwefelsaures Kalium, 20 schwefelsaures Natrium; die Depolarisatorflüssigkeit enthält 1200 Gewichtstheile Wasser, 240 schwefelsaures Kupfer, 60 salpetersaures Kupfer, 20 chlorsaures Kalium, 20 chlorsaures Natrium, 20 Chlorkalium, 20 Chlornatrium, 20 gesättigte Chlorzinklösung, 20 schwefelsaures Kalium, 20 schwefelsaures Natrium, 20 schwefelsaures Zink. Um das in den Zellen der Batterie gebildete Zinkoxydhydrat wieder zu gewinnen, wird dasselbe durch Zusatz von Wasser gefällt. Die dann zurückbleibende Lauge wird bis zum ursprünglichen Aräometergrade eingedampft und etwa vorhandene Kohlensäure durch Kalkmilch entfernt.

Auto-dynamische Uhr. Von Fr. Ritter v. Lössl. Centr.-Zeit. f. Opt. u. Mech. 1882. No. 8.

Die Construction der auto-dynamischen Uhr beruht auf dem durch die barometrischen und thermometrischen Vorgänge in der Atmosphäre bedingten Spannungswechsel der Luft. — Es werden Aneroiddosen benutzt, welche in folgender Weise hergestellt sind. Mehrere centrisch gefaltete Ringplatten werden übereinander geschichtet und an ihren inneren und äusseren Peripherien mittels aufrecht stehender Kranzringe luftdicht mit einander verbunden. Es bildet sich so eine Art von Doppelcylinder, welcher, unten und oben mit einer Deckelscheibe luftdicht verschlossen, die Befähigung annimmt, jeder relativen Aenderung der Spannung der in ihm eingeschlossenen Luft durch eine Ausdehnung oder Zusammenziehung seiner Längsaxe folgen zu können. Durch eine passende Auswahl des Flächenmaasses der Deckelscheiben sowie der Ringplatten, ferner durch beliebige Vermehrung der Ringplatten, kann man jedes Maass von Druckwirkung erzielen.

Der Motor ist mittels eines Rohres mit der Deckelscheibe in Verbindung, nimmt also an deren auf- und niedersteigender Bewegung Theil und überträgt ihre Bewegung derart, dass das Treibgewicht der Uhr, welches als Kraft-Accumulator und Regulator wirkt, stets im aufgezogenen Zustande erhalten wird.

Eine nach diesem Principe construirte Uhr — auf die Details der Construction können wir hier nicht eingehen — soll seit sieben Jahren anstandslos gehen und ihr Treibgewicht soll heute ebenso vollständig aufgezogen sein, wie vor sieben Jahren.

Widerstandslose Boussole zur Messung starker Ströme. Von Terquem und Damien. Compt. Rend. **94**. S. 523.

Der Apparat besteht aus einer Magnetnadel, die, von einer im Fusse desselben drehbaren Holzsäule getragen, über einer abwechselnd aus Kupferstreifen und Holzstäbchen so gebildeten hohlen quadratischen Säule schwebt, dass stets auf einen etwa 1 cm breiten Kupferstreifen ein Holzstäbchen folgt. Die Länge dieser Stäbchen ist wenig grösser als die der Nadel; die Breite, also die Entfernung zweier Kupferstreifen von einander, beträgt 9,5 mm. An dem unteren Ende der die Nadel tragenden Holzsäule ist durch zwei von einander isolirt eingelegte Messingstreifen ein Commutator gebildet. Von diesen steigen zwei Kupferstreifen auf, von denen der eine an die horizontalen Kupferstreifen fest angelöthet ist, der andere auf der entgegengesetzten Seite durch einen Bolzen mit jedem beliebigen derselben leitend verbunden werden kann. Eine Schutzhülle gegen Luftströmungen ist nicht angegeben. Der Apparat kann als Tangenten- und als Sinusbonssole benutzt werden, und hat man im ersten Falle nur einen von der Nadel genügend weit entfernten Stromkreis zu wählen, damit die Ausschlagswinkel klein genug bleiben. Das gegenseitige Verhältniss der in den verschiedenen Kreisen wirkenden Ströme ebenso wie der Reductionsfactor des Apparates werden vorher experimentell bestimmt. Die Erfinder haben mit demselben Ströme von 0,1 bis 20 Ampères gemessen. *L.*

Elektrische Uhr mit stetiger Kraft. Von Barbey. Allgem. Journ. d. Uhrmacherkunst 1882. No. 10.

Für einen in Paris ausgestellt gewesenen Dynamometer-Waggon der französischen Ostbahngesellschaft construirt, unterscheidet sich diese Uhr von anderen Systemen mit elektrischer Nachspannung dadurch, dass die bewegende Spiralfeder nicht auf der Welle des Gangrades, sondern auf dem Stundenrade angebracht ist. Hierdurch ist eine weit grössere Stärke der Feder ermöglicht, und infolge dessen kann die Uhr bei etwaiger Störung der elektrischen Leitung einen mehrtägigen selbstständigen Gang besitzen, was bei Uhren mit schwachen Federn nicht der Fall ist. Ein von der Stundenwelle bewegtes Eingriffrad, dessen Welle derjenigen der Zeiger parallel ist, trägt ein Sperrrad, dessen Sperrkegel beim Vorrücken um einen Zahn den Strom schliesst. Ein am Anker eines hierdurch erregten Elektromagneten befestigter Sperrkegel treibt das Sperrrad



des Federhauses um einen Zahn zurück, womit die Nachspannung der Feder vollzogen ist. An der ausgestellten Uhr waren die Zähnezahlen so berechnet, dass die Nachspannung in Zwischenräumen von 15 Sec. erfolgte. Als Batterie dienten zwei Leclanché-Elemente. *L.*

Für die Werkstatt.

Timms erweiterungsfähige Reibahle. Maschinenbauer 1882, Heft 15.

Die Fabrik von Selig, Sonnenthal und Co. in London stellt Reibahlen her, die aus einer Centralspindel bestehen, an derem einen Ende ein scheibenförmiger Aufsatz vorgesehen ist, welcher in gleichen Abständen 3 eingefräste Längsnuthen enthält. Diese dienen zur Aufnahme von Stahlmessern, die über den Spindelumfang so weit vorstehen, als es der Durchmesser des aufzureibenden Loches erfordert. Von den entsprechend conisch geformten Nuthen und Messern werden die letzteren von einer Hülse umfasst, welche drei Aussparungen für die an dem einen Ende der Schneiden befindlichen, die vollständige Festhaltung sichernden Nasen enthält. Die Hülse selbst ist in der Längsrichtung verschiebbar und gestattet dadurch die verschiedenen radialen Einstellungen der Messer. Zur Feststellung dieser Einrichtung dient eine mit passender Schrägung versehene, gegen die Messer geschraubte Stahlmutter in Verbindung mit einer Centremutter. *B.*

Salmiak-Eisenkitt. Von L. Lehner. Maschinenbauer 1882. Heft 15.

Zum Befestigen eiserner Gegenstände verwendet L. Lehner einen Kitt, der aus 100 Theilen Eisenfeilspähnen, 2 Theilen Salmiakgeist und 10 Theilen Wasser besteht. Soll die Einlassung in Stein erfolgen, so wird mit Vortheil ein Gemisch von 10 Theilen feinen Eisenfeilspähnen, 30 Theilen gebranntem Gyps und 0,5 Theilen Salmiak, das mit schwachprocentigem Essig zu einem Brei angerührt wird, verwendet. *B.*

Galvanisiren und Verzinken von Eisen. Von Ellmore in London. D. R. P. No. 17406.

Die sorgfältig mit verdünnten Säuren gereinigten Eisenstücke bringt man in eine Zinnsalzlösung und verbindet sie durch Kupferdrähte mit dem positiven Pol einer dynamo-elektrischen Maschine, während die in die Lösung gehängten Zinkplatten mit dem negativen Pol in Verbindung gesetzt werden. Nach kurzer Zeit bedecken sich die Gegenstände mit einem mattgrauen Zinküberzug, der entweder durch langsames Hinwegführen der ersteren über offenes Feuer oder durch allmähliches Erwärmen derselben in der Heizkammer bis zu einer Temperatur, in der das Zink eben schmilzt, mit Metallglanz versehen werden kann. Treten während dieser Operation Stösse oder Erschütterungen ein, so erhalten die Gegenstände ein wolkiges Aussehen. *B.*

Ueber verschiedene Zinnlothzusammensetzungen und deren Schmelzpunkte. Techniker, IV. Jahrgang No. 11.

Um die Strengflüssigkeit aller Zinnlothe zu mildern, fügt man denselben neben dem allgemein angewandten Bleizusatz mehr oder weniger Wismuth hinzu. Eine Legirung von 4 Theilen Zinn, 4 Theilen Blei und 1 Theil Wismuth liefert ein sehr leichtflüssiges Loth, welches wieder mit einer Mischung von 1 Theil Zinn, 2 Theilen Blei und 2 Theilen Wismuth gelöthet werden kann. Allgemein bekannt ist das schon in kochendem Wasser schmelzende Loth, welches aus 5 Theilen, Zinn, 3 Theilen Blei und 3 Theilen Wismuth zusammengesetzt ist. Auch ein Zusatz von Quecksilber befördert die Leichtflüssigkeit derartiger Legirungen in hohem Grade; so geben gleiche Theile Blei, Wismuth und Quecksilber mit 2 Theilen Zinn ein Loth, das schon bei etwa 50° schmilzt.

Bei der Herstellung aller dieser Löth-Legirungen ist es vortheilhaft, die Schmelzung der verschiedenen Materialien in der Reihenfolge vorzunehmen, dass stets das am schwersten schmelzbare Metall zuerst geschmolzen wird, dem sich alsdann die anderen Bestandtheile nach demselben Gesichtspunkte geordnet anschliessen. *B.*

Berichtigung.

In dem im 1. Hefte dieses Jahrg. enthaltenen Aufsatze von Prof. Laspeyres S. 23 Z. 19 v. o. lies gedreht statt gedacht.

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Buchdruckerei von Gustav Schade (Otto Francke) in Berlin N.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Geschäftsführender Ausschuss der Herausgeber:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. **H. Landolt**, Vorsitzender. **R. Fuess**, Beisitzer. Reg.-Rath Dr. **L. Loewenherz**, Schriftführer.

Redacteur: Dr. Georg Schwirkus.

II. Jahrgang. **Juni 1882.** Sechstes Heft.

Elektrischer Regulator für die Aequatoreal-Bewegung eines Refractors.

Von

Prof. **Fr. Arzberger** in Wien.

Für den im Bau begriffenen Refractor des Observatoriums der k. k. technischen Hochschule in Wien habe ich einen elektrischen Regulator construirt, welcher von Starke & Kammerer in Wien mit höchster Präcision ausgeführt worden ist. Dieser Regulator möge im Nachfolgenden beschrieben werden. Der Beschreibung des Apparates selbst wird eine theoretische Betrachtung vorausgeschickt, da sich aus dieser wesentliche Dimensionen und Verhältnisse ableiten lassen.

Das regulirende Organ ist ein Centrifugalregulator, dessen Ausschlag den Contact einer elektrischen Leitung herbeiführt. In den Stromkreis derselben sind zwei Elektromagnete eingeschaltet, die auf eine Bremsvorrichtung wirken derartig, dass ein durch Gewicht getriebenes Räderwerk in dem Augenblicke, wo seine Geschwindigkeit eine gewisse Grenze erreicht, gebremst und dadurch im Gange zurückgehalten wird. Sobald sich in Folge dessen die Geschwindigkeit um einen sehr kleinen Betrag verringert hat, lässt die Bremse wieder los. Auf diese Art bleibt die Rotationsgeschwindigkeit unter fortwährendem, äusserst raschem Auf- und Zugehen der Bremse so gleichmässig, dass eine Aenderung derselben mittels des Registrirapparates schwer zu constatiren ist.

Ein ähnliches Princip hat Helmholtz angewendet, indem er den einem kleinen Elektromotor zugeführten Strom durch einen Kugelregulator unterbrechen lässt, sobald die Geschwindigkeit einen gegebenen Grenzwerth übersteigt; dieser Apparat lässt jedoch nicht unbedeutende Variationen in der Geschwindigkeit zu und kann zum Antrieb einer Aequatorealbewegung nicht verwendet werden.

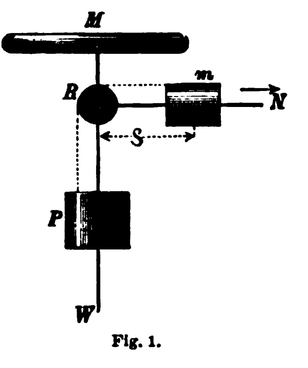


Fig. 1.

An einer verticalen Welle W (Fig. 1) sei ein horizontaler Stab befestigt, an welchem die Masse m derart reibungslos gleitet, dass sich der Abstand ϱ des Mittelpunktes der Masse m von der Axe beliebig verändern kann. Das Gewicht P gleitet vertical an der Welle und ist durch eine über die Rolle R laufende Schnur mit m verbunden, sodass eine constante Kraft P an m radial einwärts wirkt. Das Trägheitsmoment sämmtlicher rotirenden Massen mit Ausschluss von m sei M.

Der Einfachheit wegen sei $\frac{M}{m} = \mu$ gesetzt.

Dreht sich der ganze Apparat mit der Winkelgeschwindigkeit w, so ist die Geschwindigkeit des Schwerpunktes von m:

$$v = \varrho w.$$

Hierdurch entsteht eine radial nach auswärts wirkende Fliehkraft, welche sich mit P in's Gleichgewicht setzen wird:

$$N = \frac{m v^2}{\varrho} = \frac{m v \cdot \varrho w}{\varrho} = m w v = P \quad \ldots \ldots \ldots (1)$$

woraus folgt:

$$\left.\begin{array}{l} w \cdot v = \frac{P}{m} \\ \varrho = \frac{P}{m} \frac{1}{w^2}; \qquad w = \sqrt{\frac{P}{m \cdot \varrho}}; \qquad w^2 = \frac{P}{m \cdot \varrho}; \\ \varrho = \frac{m}{P} v^2; \quad m v^2 = \varrho P. \end{array}\right\} \quad \ldots (2)$$

Die gesammte lebendige Kraft aller rotirenden Massen ist:

$$L = \frac{1}{2} \left(M w^2 + m v^2 \right)$$

oder mit Rücksicht auf 2):

$$L = \frac{1}{2} \left(M \frac{P}{m \varrho} + P \varrho \right) \quad \ldots \ldots \ldots (3)$$

und wegen $\frac{M}{m} = \mu$:

$$L = \frac{P}{2} \left(\frac{\mu}{\varrho} + \varrho \right).$$

Das Differential dieses Ausdruckes ist:

$$\frac{dL}{d\varrho} = \frac{P}{2} \left(- \frac{\mu}{\varrho^2} + 1 \right).$$

Es folgt hieraus, dass für $-\frac{\mu}{\varrho^2} + 1 = 0$ oder für den Specialwerth:

$$\left.\begin{array}{l} \varrho_0^2 = \mu \\ \varrho_0 = \sqrt{\mu} \end{array}\right\} \quad \ldots \ldots \ldots \ldots (4)$$

die lebendige Kraft ein Maximum oder Minimum wird[1]).

Da der zweite Differentialquotient

$$\frac{d^2 L}{d\varrho^2} = - \frac{P}{2} \mu \cdot \frac{(-2)}{\varrho^3} = + \frac{P \mu}{\varrho^3}$$

positiv ausfällt, so ist der Werth von $L = L_0$, den man erhält, wenn in (3) für ϱ: $\varrho_0 = \sqrt{\mu}$ gesetzt wird, ein Minimum:

$$\left.\begin{array}{l} L_0 = \frac{P}{2} \left(\frac{\mu}{\sqrt{\mu}} + \sqrt{\mu} \right) = P \sqrt{\mu}, \\ \frac{L_0}{P} = \sqrt{\mu}. \end{array}\right\} \quad \ldots \ldots \ldots (5)$$

---

[1]) Denkt man sich M durch die Masse m_1 im Radius r_1 ersetzt, so ist $M = m_1 r_1^2$, somit $\mu = r_1^2 \frac{m_1}{m}$ und $\varrho_0^2 = r_1^2 \frac{m_1}{m}$. Diese Form ist anschaulicher; es könnte nämlich frappant erscheinen, dass $\varrho_0 = \sqrt{\mu}$ wird, da ϱ_0 eine absolute Dimension, μ hingegen eine Verhältnisszahl ist.

Aus 3) ergiebt sich:

$$\frac{2L}{P} = \frac{\mu}{\varrho} + \varrho; \quad \varrho^2 - 2\frac{L}{P}\varrho = -\mu$$

$$\varrho = \frac{L}{P} \pm \sqrt{\left(\frac{L}{P}\right)^2 - \mu} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (6)$$

und wegen 2) $w = \sqrt{\frac{P}{m\varrho}}$:

$$w = \sqrt{\frac{P}{m\left(\frac{L}{P} \pm \sqrt{\left(\frac{L}{P}\right)^2 - \mu}\right)}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (7)$$

Die beiden Ausdrücke (6) und (7) hören auf reell zu sein, sobald $\left(\frac{L}{P}\right)^2 < \mu$ wird; dies wäre dann der Fall, wenn L kleiner als sein in (5) gegebener Minimalwerth würde, wobei eben den gegebenen Bedingungen nicht mehr Genüge geleistet werden kann.

Zur besseren Einsicht ist in Fig. 2 die Gleichung (6) graphisch dargestellt und zwar die Curve, welche man erhält, wenn man $\frac{L}{P} = x$ zur Abscisse, $\varrho = y$ zur Ordinate macht. Dann geht (6) über in:

$$y = x \pm \sqrt{x^2 - \mu}.$$

Dies ist die Gleichung einer Hyperbel, deren Asymptoten durch die Gleichungen:

$$y' = 0$$

$$\text{und} \quad y'' = 2x''$$

gegeben sind.

Der Punkt M, für welchen

$$x_0 = \sqrt{\mu}$$

$$\text{und} \quad y_0 = \sqrt{\mu}$$

ist, zeigt den Ort, wo x den Minimalwerth x_0 entsprechend dem Minimalwerth $\frac{L_0}{P}$ der Gleichung (5) erreicht. Alle Punkte der Curve von M aufwärts entsprechen dem positiven Vorzeichen in (6), jene von M abwärts dem negativen Vorzeichen in derselben Gleichung. Durch M ist die Hyperbel in zwei Aeste getheilt, welche noch in anderer Beziehung eine Verschiedenheit zeigen, wie aus der nachfolgenden Betrachtung hervorgeht.

Wenn man in (3)

$$L = \frac{1}{2}\left(Mw^2 + mv^2\right), \qquad M = \mu \,.\, m \qquad \text{und} \qquad v = \varrho\, w$$

setzt, so folgt:

$$L = \frac{1}{2}\left(\mu m w^2 + m\varrho^2 w^2\right) = \frac{m w^2}{2}\left(\mu + \varrho^2\right),$$

$$\frac{2L}{\mu + \varrho^2} = m w^2$$

und durch Multiplikation mit ϱ:

$$m\varrho w^2 = 2L\frac{\varrho}{\mu + \varrho^2}.$$

Wegen 1) $N = m\varrho w^2$ folgt:

$$N = 2L\frac{\varrho}{\mu + \varrho^2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (8)$$

Denkt man sich nun für einen Augenblick N nicht an die Bedingung 1) $N = P$ gebunden, sondern bei constantem L mit ϱ veränderlich, so ergiebt die Differentiation:

$$\frac{dN}{d\varrho} = 2L\frac{(\mu + \varrho^2) - \varrho \cdot 2\varrho}{(\mu + \varrho^2)^2} = 2L\frac{\mu - \varrho^2}{(\mu + \varrho^2)^2}.$$

Dieser Differentialquotient ist

für $\varrho^2 < \mu$ positiv,
für $\varrho^2 = \mu$ Null und
für $\varrho^2 > \mu$ negativ.

Der Punkt M in Fig. 2 entspricht dem Werthe $y_0^2 = \varrho_0^2 = \mu$ oder $\varrho_0 = \sqrt{\mu}$. Für alle oberhalb M liegenden Punkte der Curve ist $\varrho > \sqrt{\mu}$, somit der obige Differentialquotient negativ. Hieraus geht hervor, dass für alle Werthe, welche oberhalb M gelegenen Punkten der Curve entsprechen, bei constantem L, N abnehmen müsste, wenn durch eine äussere Einwirkung der Radius ϱ vergrössert würde. Das Gewicht müsste in solchem Falle mehr Zug ausüben wie N und dadurch die Masse m mit der Kraft $P - N$ radial einwärts bewegt, somit ϱ vermindert werden. Ebenso würde beim Verringern von ϱ, d. h. beim radialen Einwärtsschieben der Masse m durch eine äussere Thätigkeit, N über P wachsen. Hieraus erhellt, dass für alle Werthe von $\varrho > \sqrt{\mu}$ die Masse m sich hinsichtlich ihrer radialen Verschiebung im stabilen Gleichgewichte befindet.

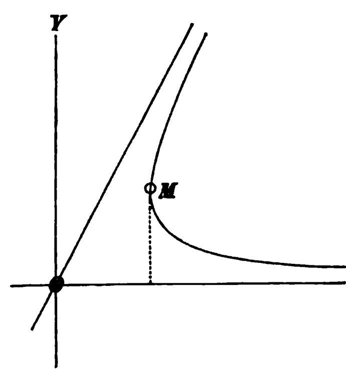


Fig. 2.

Stellt man ganz dieselbe Betrachtung bezüglich der unterhalb M liegenden Punkte der Curve, beziehungsweise der Werthe von $\varrho > \sqrt{\mu}$ an, so zeigt sich, dass in dieser Stellung die Masse m sich im labilen Gleichgewichte befindet. Im Punkte M, d. h. für $\varrho = \sqrt{\mu}$ herrscht indifferentes Gleichgewicht.

Da die Gleichung (6) für $L > L_0$ stets zwei Werthe von ϱ giebt, von welchen der eine grösser als $\sqrt{\mu}$, der andere kleiner als $\sqrt{\mu}$ ist, so folgt, dass jeder lebendigen Kraft, die grösser als L_0 ist, zwei Stellungen der Masse m entsprechen, von denen die näher an der Axe liegende dem labilen, die weiter von der Axe entfernte dem stabilen Gleichgewichte entspricht. Für diese beiden Stellungen hat aber auch w zwei wesentlich verschiedene Werthe, wie (7) zeigt. Für die labile Gleichgewichtslage wächst w mit L, für die stabile Gleichgewichtslage nimmt mit wachsendem L, w ab.

Setzt man in (2) ϱ_0 für ϱ, so wird $w = w_0$,

$$w_0 = \sqrt{\frac{P}{m\sqrt{\mu}}} = \sqrt{\frac{P}{m}} \cdot \frac{1}{\sqrt[4]{\mu}} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (9)$$

Dieser Werth ist zugleich der Maximalwerth von w für die stabile und der Minimalwerth für die labile Gleichgewichtslage.

Die eigenthümliche Erscheinung, dass für $\varrho^2 > \mu$ die Winkelgeschwindigkeit bei zunehmender lebendiger Kraft abnimmt, lässt sich an einem einfachen Modelle[1]) sehr anschaulich demonstriren. In zwei Lagern *a a* ist eine genau vertical gestellte Welle drehbar, welche durch den Handgriff *h* einer in *b b* gelagerten horizontalen Welle angetrieben wird, die mit der erstgenannten Welle durch Frictionsräder in Verbindung steht. An der verticalen Welle ist ein unter dem Neigungswinkel $\alpha =$ ca. 30° geneigtes Rohr *r* befestigt, in welchem eine schwere Kugel leicht hin- und herrollen kann. Das Rohr ist an beiden Enden abgeschlossen, sodass der Weg der Kugel im Rohre begrenzt ist. Mit Bezug auf das früher Gesagte werde die Masse der Kugel mit *m* bezeichnet; ihr Gewicht sei $p = mg$, alsdann findet stets ein radial nach innen gerichteter Zug $P = p \operatorname{tg} \alpha$ statt, so lange die Kugel frei zwischen den Enden des Rohres spielt; es ist somit der Formel (2) Genüge geleistet.

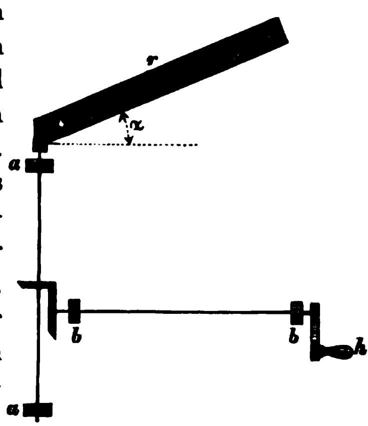


Fig. 3.

Solange man bei vorsichtigem Antreiben und Zurückhalten an der Kurbel *h* so verfährt, dass die Kugel an den Rohrenden nicht anschlägt, sieht man sehr deutlich die Winkelgeschwindigkeit abnehmen, sobald man die Geschwindigkeit zu vermehren strebt und umgekehrt.

Die Erscheinung ist wirklich überraschend und man könnte fast geneigt sein, sie das dynamische Paradoxon zu nennen.

Selbstverständlich liegt die Täuschung darin, dass man die für die lebendige Kraft direct massgebende Geschwindigkeit v nicht beobachten kann, sondern die Winkelgeschwindigkeit w, oder dass man die Anzahl Touren in der Zeiteinheit $n = {}^{w}/_{2\pi}$ wahrnimmt.

Soll der Versuch gut gelingen, so muss die Kugel etwa 200 g oder noch schwerer, die Länge des Rohres etwa 200 mm lang sein und das Gewicht desselben, welches hier vornehmlich den Werth M in (3) repräsentirt, möglichst klein gemacht werden.

Es ist vortheilhaft, den elektrischen Regulator so zu construiren, dass er den Bedingungen entspricht, welche durch $\varrho^2 > \mu$ gegeben sind, so dass die regulirende Masse sich im stabilen Gleichgewichte befindet, weil man dann dem veränderlichen Radius ϱ nur einen einzigen Anschlag zu geben braucht, der zugleich der elektrische Contact ist; anderen Falles müssten zwei Anschläge vorhanden sein, die, wenn sie auch nur um einen sehr kleinen Betrag zu weit auseinander wären, der Gleichmässigkeit des Ganges wesentlich schaden würden.

Der elektrische Regulator ist so construirt, dass die Masse m auf zwei einander gegenüberstehenden und gleich weit von der Drehungsaxe entfernte Hälften vertheilt ist, die jedoch durch Vermittelung von Hebeln derart im Zusammenhange stehen, dass sie ihre radiale Bewegung (im Sinne von ϱ) stets gemeinschaftlich machen müssen.

Die ganze Arbeit, welche der Regulator zu verrichten hat, besteht im Schliessen

[1]) Dieses Modell verfertigt Paul Böhme, Mechaniker in Brünn, Neugasse, Antonsgasse.

und Unterbrechen des Stromes, was um so leichter geschieht, je reiner die Contactstelle erhalten wird. Die Beseitigung der Oeffnungs- und Schliessungsfunken ist deshalb hier von Wichtigkeit. Ich habe hierüber bereits in dieser Zeitschrift (2, S. 6) gesprochen und ein einfaches Mittel zur Beseitigung dieser Funken angegeben, welches ich den Entladungswiderstand genannt habe.

Das wesentliche Organ dieses Regulators ist in Fig. 4 skizzirt.

An einer verticalen Welle, welche durch Vermittelung eines starken Uhrwerkes am Getriebe *a* in rotirende Bewegung versetzt wird, ist ein Rad *r* befestigt, an dessen Stirnfläche zwei Bremsbacken angreifen, die durch Elektromagneten derart zur Wirksamkeit gebracht werden, dass bei eintretender Stromunterbrechung die Friction erfolgt. An den Armen dieses Rades sind die Axen c_1 c_2 gelagert, auf welchen zwei Winkelhebel oscilliren können. Jeder dieser Winkelhebel hat einen verticalen Arm, durch den beziehungsweise die Gewichtslinsen m_1 und m_2 (entsprechend der Masse *m*) getragen werden. Die horizontalen Arme vereinigen sich an einem kleinen, auf der Ebene der Zeichnung senkrecht stehenden, hier nicht gezeichneten Hebel, dessen Drehungspunkt ebenfalls an einem Arme des Rades *r* gelagert ist und der durch Vermittelung eines in der centralen Bohrung der Welle angebrachten Stäbchens *d* den Druck eines Gewichtshebels *F* derart überträgt, dass die Linsen $m_1 m_2$ (entsprechend dem Gewichte *P*) radial einwärts gezogen werden. Diese Einwärtsbewegung ist durch den Platincontact *k* begrenzt, durch welchen ein durch die Axe aus dem Gestelle eintretender Strom mit dem Platindraht *n* in leitende Verbindung gebracht ist. Die isolirte Quecksilbermulde *u* nimmt den von *m* ausgehenden Strom auf, der von hier nach den Bremsmagneten und weiter zur Batterie geleitet ist, welche anderseits mit dem obengenannten Gestelle in leitender Verbindung steht.

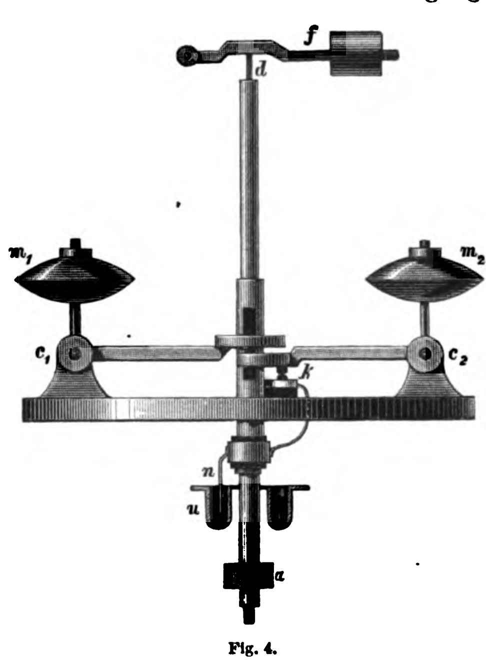


Fig. 4.

Sobald die Rotationsgeschwindigkeit ein gewisses Maass erreicht hat, wird durch die Fliehkraft beider Linsen l_1 l_2 der Druck des Gewichtshebels *F* überwunden, hierdurch der Contact bei *k* unterbrochen und sofort durch das Auslassen der betreffenden Magnetanker gebremst, somit die lebendige Kraft verringert. Nach Verlauf eines ganz kurzen Zeitabschnittes sind jene Bewegungsänderungen eingetreten, welche eine Berührung der Contactstellen bei *k* und ein augenblickliches Oeffnen der Bremsen veranlassen, und so erfolgt unter fortwährendem Auf- und Zuklappen der Bremsen die Rotationsbewegung mit ausserordentlicher Gleichförmigkeit.

Sobald man mit dem Apparat grössere schnell mitlaufende Massen in Verbindung bringen würde, müsste aber die Regelmässigkeit aufhören, weil dann, sobald $\mu > \varrho^2$ würde, die Massen am Regulator nicht mehr im stabilen Gleichgewichte ständen. So kann zum Beispiel eine Sirenenscheibe aus dünnem Blech sehr gut getrieben

werden; würde dieselbe aber sehr dick und schwer ausgeführt sein, so könnte leicht $\mu > \varrho^2$ werden und der Apparat den Dienst versagen.

Zur Unterbrechung des Stromes ist nun ein thatsächlicher, wenn auch sehr kleiner Abstand erforderlich; für die Herstellung des Contactes ist ein kleiner Druck der Contactstellen nöthig, der auch nicht Null sein kann. Die absoluten Werthe dieser Grössen sind sehr verschieden und werden ganz besonders durch Corrosion der Contactstellen erhöht. Directe Messungen haben gezeigt, dass für die hier in Betracht kommenden Verhältnisse, wo die Corrosion so gut wie ausgeschlossen ist, für einen Abstand der Contactstellen $ds = 0{,}02$ mm und für einen Contactdruck $dz = 0{,}2$ g stets und sicher Contact, beziehungsweise Unterbrechung erfolgt, dass aber häufig für noch kleinere Werthe von ds und dz der Erfolg erreicht wird. Die Werthe

$$\left.\begin{array}{r} ds = 0{,}00002 \text{ m} \\ \text{und } dz = 0{,}2 \text{ g} \end{array}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (10)$$

werden später ihre Verwendung finden. Vorläufig kann der Bewegungszustand des ganzen Apparates folgendermaassen anschaulich gemacht werden.

Denkt man sich die Zeit als Abscisse und die Geschwindigkeit der Massen m' und m'' oder der Masse m in (3), welche mit v bezeichnet wurde, als Ordinate aufgetragen, so muss der Bewegungszustand durch eine discontinuirliche Linie (Fig. 5) dargestellt werden, die niemals aus zwei dieselbe begrenzenden horizontalen Geraden heraustreten kann, welche ihrerseits um das Maximum der möglichen Aenderung von v von einander abstehen. Wenn nämlich allemal bei Eintritt der Geschwindigkeit $(v + dv)$ der Strom unterbrochen, in diesem Momente aber der Wasserzufluss abgelenkt wird und somit die Beschleunigung von v nicht nur aufhört, sondern durch Einwirkung der passiven Widerstände sogleich Verzögerung eintritt, so kann v über den Werth $(v + dv)$ niemals hinaus; sobald dieser Werth erreicht ist, nimmt die Geschwindigkeit ab. Wenn andererseits v jener Werth ist, für welchen sicherer Contact gegeben ist, so erfolgt sofort die Einwirkung des Wasserstrahles und vergrössert v, so dass in der That v zwischen zwei Grenzen eingeengt wird, aus denen es nicht heraus kann.

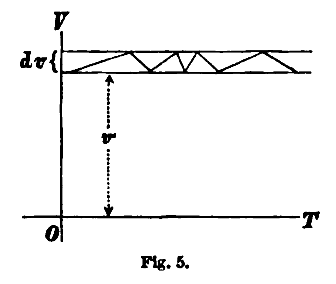


Fig. 5.

Diese Grenzen werden durch die Werthe aus (10) sowie durch Anwendung früher erhaltener Resultate gefunden werden können. Für die eben vorgenommene Betrachtung war die Grösse v eben günstig; für den Apparat ist hingegen w maassgebend und v von mehr secundärer Bedeutung; übrigens bleibt bei der sehr geringen Aenderung, welche ϱ erfährt, das Verhältniss $v/w = \varrho$ ohnedies sehr nahe constant.

Bei sehr kleiner Aenderung von ϱ kann die Bewegung der Massen m' und m'' als geradlinig und radial angenommen werden und die früher entwickelten Ausdrücke finden direct ihre Anwendung, wenn man die Summe der Massen $m_1 + m_2 = m$ setzt.

Aus 1) $N = m\,\varrho\,w^2$ folgt für ein constantes $N = P$, wie dies der freien Bewegung der Massen entspricht,

$$w = \sqrt{\frac{N}{m}}\,\frac{1}{\sqrt{\varrho}}, \text{ somit}$$

$$dw = -\frac{1}{2}\sqrt{\frac{N}{m}} \cdot \frac{d\varrho}{\varrho\sqrt{\varrho}} \text{ und}$$

$$\frac{dw}{w} = -\frac{1}{2}\frac{d\varrho}{\varrho} \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \quad (11)$$

Sobald aber der Hebel am Contacte aufsitzt, hört das freie Spiel der Massen auf; bei Abnahme der lebendigen Kraft nimmt N und w ab, während ϱ constant bleibt, da eben die Contactschraube eine Abnahme von ϱ nicht zulässt.

Es ist dann

$$N = m\varrho \,.\, w^2$$

$$dN = m\varrho \,.\, 2w\,dw, \text{ somit}$$

$$\frac{dN}{N} = 2\frac{dw}{w} \text{ oder}$$

$$\frac{dw}{w} = \frac{1}{2}\frac{dN}{N} \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \quad (12)$$

Bei Abnahme von w um dw nimmt auch N ab und da der constante Druck des Gewichtes P' (Fig. 4) niederzieht, so wächst der Druck auf die Contactschraube, welcher mit dz bezeichnet werden soll. Ist der Hebelarm der Massen m' und m'', $am' = am'' = x$ und $ac = y$ der Hebelarm des Contactpunktes, so folgt: $-x\,.\,dn = y\,.\,dz$, woraus folgt:

$$dz = -\left(\frac{x}{y}\right)dN \quad \ldots \ldots \ldots \quad (13)$$

Das negative Zeichen entspricht dem Umstande, dass bei Abnahme von N z wächst.

Die Gleichung (11) giebt die Geschwindigkeitsabnahme von w an, die bei wachsender lebendiger Kraft, bei Zunahme von ϱ und beim Abheben des Hebels h vom Contact c eintritt. Nennt man das Maass dieses Abhebens von c, ds, so ist

$$ds = \left(\frac{y}{x}\right)d\varrho \quad \ldots \ldots \ldots \quad (14)$$

Setzt man die Werthe von (14) und (13) in (11) und (12) ein, so folgt:

$$\left.\begin{aligned} \frac{dw}{w} &= -\frac{1}{2\varrho}\left(\frac{x}{y}\right)ds \\ \text{und } \frac{dw}{w} &= -\frac{1}{2N}\left(\frac{y}{x}\right)dz \end{aligned}\right\} \ldots \ldots \quad (15)$$

Diese beiden Gleichungen geben an, wie gross die Geschwindigkeitsänderungen sein müssen, damit einerseits eine Entfernung der Contactpunkte um ds, anderseits ein Druck dz auf den Contact erfolge. Wenn nun ds und dz jene Werthe sind, die zur Unterbrechung und zur Schliessung des Contactes nothwendig sind, so wird man die ihnen entsprechenden Geschwindigkeitsänderungen gleich zu machen haben, um die Geschwindigkeitsänderungen auf keiner Seite unnöthig gross zu machen. Hierdurch folgt aus obigen zwei Gleichungen:

$$\frac{1}{\varrho}\left(\frac{x}{y}\right)ds = \frac{1}{N}\left(\frac{y}{x}\right)dz,$$

$$\frac{N}{\varrho}\frac{ds}{dz} = \left(\frac{y}{x}\right)^2,$$

$$\left(\frac{y}{x}\right) = \sqrt{\frac{N}{\varrho}\frac{ds}{dz}}$$

und wegen 1) $N = m\varrho w^2$, $\frac{N}{\varrho} = mw^2$

$$\left(\frac{y}{x}\right) = w\sqrt{\frac{ds}{dz}\,m},$$

oder, wenn man aus (10) die Werthe $ds = 0{,}00002$ und $dz = 0{,}2$ einführt,

$$\left(\frac{y}{x}\right) = 0{,}01\,.\,w\sqrt{m}.$$

Dieser Ausdruck lässt sich zum bequemen Rechnen derart umformen, dass man das Gewicht $p = mg$ einführt, welches der Masse m entspricht, und für w die Anzahl Touren n in der Secunde einsetzt, wobei $w = 2\pi n$ wird. Hieraus folgt:

$$\left(\frac{y}{x}\right) = 0{,}01\,.\,2\pi n\sqrt{\frac{p}{g}} = 0{,}01\,.\,\frac{2\pi}{\sqrt{g}}\,.\,n\sqrt{p},$$

und da sehr nahe $\frac{\pi}{\sqrt{g}} = 1$ ist,

$$\left(\frac{y}{x}\right) = 0{,}02\,n\sqrt{p},$$

wobei p in Grammen gegeben ist.

Diese Gleichung ergiebt in einem concreten Falle den Werth von y, d. h. die Entfernung des Contactpunktes von der Drehungsaxe a (Fig. 4).

Wenn man in 1) $N = m\varrho w^2$, wie dies eben geschehen ist, $m = \frac{p}{g}$ und $w = 2\pi n$ setzt, so folgt:

$$N = \frac{p}{g}\,\varrho\,.\,4\pi^2 n^2$$

und wegen $\pi^2/g = 1{,}0063$ oder nahezu $= 1$

$$N = 4p\varrho n^2 \;(\varrho \text{ in Meter gemessen}) \quad . \; . \; . \quad (17)$$

Setzt man diesen Werth in (15) ein, so ergiebt sich nach einer kleinen Reduction mit Rücksicht auf (16):

$$\frac{dw}{w} = 0{,}0025\,\frac{dz}{n\,.\,\varrho\,.\,\sqrt{p}}$$

oder, $dz = 0{,}2$ g gesetzt:

$$\frac{dw}{w} = \frac{0{,}0005}{n\,.\,\varrho\,.\,\sqrt{p}} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (18)$$

Diese Gleichung giebt den Gleichförmigkeitsgrad des Apparates.

Setzt man $n = 5$ Touren per Secunde (d. i. 300 Touren per Minute)

$\varrho = 0{,}06$ m

$p = 200$ g (d. h. jede der Linsen m' und m'', Fig. 4, 100 g),

so folgt:

$$\frac{dw}{w} = \frac{1}{8284} \text{ oder rund } \frac{1}{8000}.$$

Ist noch der Werth von x gewählt, so ergiebt sich, wie aus dem Hebelverhältniss (Fig. 2) direct hervorgeht:

$$P'\varrho = Nx$$

und wegen (17):

$$P' = 4p\,x\,n^2 \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (19)$$

und endlich wegen (16):

$$y = 0{,}02\, n \sqrt{p}\,.\, x \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (20)$$

welche Gleichungen für obige Werthe angeben, wenn man $x = 0{,}02$ m setzt:

$$P' = 400 \text{ g}$$
$$y = 0{,}028 \text{ m.}$$

Die bisher gewonnenen Versuchsresultate sind sehr günstig und ich behalte mir vor, die Resultate weiterer Versuche, sowie eine genauere Beschreibung und Zeichnung des Apparates später folgen zu lassen.

In jüngster Zeit habe ich Versuche mit einer ganz kleinen Turbine ausgeführt, für welche der Wasserzufluss durch ein elektrisches Centrifugalpendel regulirt wurde. Auch diese Versuche gaben sehr günstige Resultate. Gegenwärtig habe ich meine diesbezügliche Werkzeichnung zur Ausführung gegeben und hoffe, demnächst die Beschreibung des neuen Apparates veröffentlichen zu können, der, bei nicht sehr hohem Preise, einem Wasserverbrauche von 2 bis 3 l in der Minute und einem Wasserdruck von $^1/_4$ bis $^1/_3$ Atmosphären, eine zu vielen Experimenten wünschenswerthe constante Drehbewegung liefern wird.

Continuirliche Registrirung des Robinson'schen Schalenkreuzes.

Von

Dr. **A. Sprung** in Hamburg.

Die discontinuirliche Registrirung der Bewegung eines Robinson'schen Schalenkreuzes erfolgt im Allgemeinen nach zwei Methoden: entweder bewirkt das Räderwerk des Schalenkreuzes auf einem gleichförmig fortschreitenden, durch eine Uhr oder ein Laufwerk (Chronograph) bewegten Papierstreifen eine Marke, sobald eine gewisse Zahl von Rotationen ausgeführt ist, oder umgekehrt, das Schalenkreuz schiebt proportional seiner Rotationsgeschwindigkeit einen Papierstreifen vorwärts, auf welchem eine Uhr in regelmässigen Zeitintervallen Marken erzeugt.

Bezeichnet man allgemein die Strecke zwischen zwei aufeinanderfolgenden Marken mit s und die mittlere Geschwindigkeit des Schalenkreuzes innerhalb dieser Strecke mit v, so erfolgt die Bestimmung von v im ersten und zweiten Falle beziehungsweise nach den Gleichungen:

$$1)\; v = \frac{c_1}{s} \qquad\qquad \text{I.}\; v = c_2 s,$$

worin c_1 und c_2 zwei den Apparaten eigene Constanten bedeuten.

Im ersten Falle erhält man durch Differentiation zunächst: $\frac{dv}{ds} = -\frac{c_1}{s^2}$, und hieraus, wenn s nach 1) durch v ausgedrückt wird:

$$2)\; \frac{dv}{ds} = -\frac{v^2}{c_1}$$

Wird ds als ein der Bestimmung von s anhaftender Fehler betrachtet, so ist dv der entsprechende Fehler von v, und man ersieht somit aus 2), dass letzterer

Fehler mit zunehmender Geschwindigkeit v ausserordentlich stark anwächst, wenn auch die Genauigkeit der Messung von s dieselbe bleibt. Die gebräuchlichsten Formen des elektrisch registrirenden Schalenkreuzes sind diesem Vorwurfe ausgesetzt[1]); bei stürmischer Luftbewegung fallen eben die Marken so nahe an einander, dass eine genaue Bestimmung der Geschwindigkeit unmöglich ist, wenn nicht der Papier-Verbrauch und die Unannehmlichkeit, bei schwachen Winden die wenigen Marken auf langem Streifen verstreut zu finden, sich unangenehm fühlbar machen soll.

Im zweiten Falle erhält man dagegen aus I. einfach:

$$\text{II.} \quad \frac{dv}{ds} = c_1$$

d. h. beide Fehler sind einander vollkommen proportional; bleibt ds für verschiedene Grössen s unverändert (was ja im Allgemeinen der Fall ist), so gilt dasselbe von dv.

Es kann somit nicht zweifelhaft sein, dass die zweite Methode die ungleich rationellere ist; zugleich erscheint sie einfacher und ökonomischer, weil hier der Windweg direct graphisch dem Auge entgegentritt, und der Papierverbrauch nur bei starken Winden erheblich wird. An der deutschen Küste functioniren acht Anemometer — bis auf eines sämmtlich der Seewarte gehörig —, bei welchen die Registrirung der Geschwindigkeit des Schalenkreuzes nach der besseren zweiten Methode geschieht; zu jeder vollen Stunde wird durch einen herabfallenden Hammer auf dem Streifen eine Marke erzeugt[2]). Die Stundenmittel der Windgeschwindigkeit (auf welche die regelmässige Publication der Anemometer-Angaben sich zu beschränken pflegt) liefern somit diese Apparate in einer ausserordentlich bequemen und sicheren Weise, und dieses um so mehr, als auch noch die Scala zur Ablesung der Stundenmittel in Metern pro Secunde durch den Apparat selbst in den Streifen eingepresst wird. Letzterer Umstand sichert die Unabhängigkeit der Messung von der Streckung des Papieres durch die Feuchtigkeit der Luft und ist deshalb gerade für ein Anemometer von wesentlicher Bedeutung.

Sind diese Apparate aus solchen Gründen unbedingt zu empfehlen, so muss andererseits als ein augenfälliger Uebelstand die Discontinuität der Registrirung bezeichnet werden; durch häufigere Zeitmarken könnte man demselben wohl theilweise begegnen, aber nicht ihn gänzlich beseitigen. Eine vollkommene Continuität der Aufzeichnungen neben der so vortheilhaften Registrirung der Stundenmittel ist dagegen durch folgende einfache Vorrichtung zu erreichen.

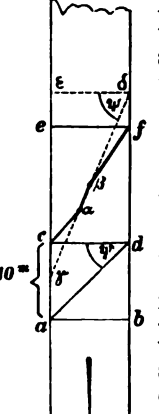
Man ersetze den Zeitmarken-Hammer durch einen Schreibstift, welcher durch die Uhr in einer Stunde gleichförmig quer über den Streifen hinweggeführt wird, indem er am Ende jeder Stunde wieder zum (linken) Rande *ae* des Streifens zurückschnellt und bei letzterer Bewegung gerade Querlinien *ab*, *cd* .... zeichnet, welche

---

[1]) An der Seewarte ist indessen ein nach Dr. Köppen's Angaben construirter Apparat in Thätigkeit, durch welchen vermöge elektrischer Uebertragung ein Papierstreifen zwar ruckweise, im Grossen und Ganzen aber proportional der Rotationsgeschwindigkeit des Schalenkreuzes vorangeschoben wird. Eine kurze Beschreibung desselben findet man im Katalog der Ausstellung maritimer Gegenstände in Hamburg (1880) S. 191.

[2]) Diese Marke registrirt zugleich die Stellung der Windfahne in dem betreffenden Momente. Die Apparate sind ursprünglich von Casella nach einem Vorschlage von Beckley construirt und für die Seewarte mit geringer Abänderung zunächst von der Berliner Actiengesellschaft zur Construction wissensch. Instrumente, später von Herrn R. Fuess hergestellt worden.

— wie vorher die Zeitmarken — den Streifen in einzelne Abschnitte, proportional den Stundenmitteln der Rotationsgeschwindigkeit, zerlegt. Bei ganz gleichförmiger Geschwindigkeit des Schalenkreuzes verläuft die andere Spur in einer geraden Linie *ad*, deren Neigung ψ gegen die erste Spur bei 10 m Windgeschwindigkeit etwa 45° beträgt. Variirt die Rotationsgeschwindigkeit, so entsteht eine mehr oder weniger unregelmässige Curve, wie *cf*, deren Neigung ψ die Geschwindigkeit in beliebig kurzen Intervallen zu bestimmen gestattet, indem



$$\text{III.} \quad v = (bc_2) \text{ tang } \psi,$$

wo b die constante Breite des Streifens bezeichnet.

Die praktische Ausführung dieser Bestimmung wird indessen am besten durch Construction der Tangente $\gamma\delta$ und Fällung der Normalen $\delta\epsilon$ geschehen, indem alsdann die Strecke $\epsilon\gamma$ einfach mit der Einheit $ac = 10$ m auszumessen ist, wobei sich im vorliegenden Beispiele auf der kleinen Strecke $\alpha\beta$ eine Geschwindigkeit von beiläufig 24 m pro Secunde ergeben würde. (Im Allgemeinen hat man also nur nöthig, die zwischen γ und ϵ liegenden Scalenpunkte zu zählen, um die Geschwindigkeit sogleich in Metern pro Secunde zu erhalten.)

Bekanntlich charakterisirt sich auch bei dem besonders in England gebräuchlichen continuirlich zeichnenden Schalenkreuz von Beckley[1]) die Rotationsgeschwindigkeit durch die Neigung φ der Curve gegen die Seitenlinie des Anemogramms; das oben vorgeschlagene Verfahren muss indessen als erheblich zweckmässiger bezeichnet werden, und zwar aus folgenden Gründen. Erstens liefert der Beckley'sche Apparat nicht unmittelbar die Stundenmittel der Windgeschwindigkeit; — zweitens ist die Spur der schreibenden Metallrippe sehr breit, so dass namentlich bei stürmischen Winden, bei welchen die Spur dem Parallelismus mit den Stunden-Linien sich nähert, die Bestimmung der Schnittpunkte mit letzteren ungenau wird; — drittens wird in der Praxis die Continuität der Aufzeichnungen gerade bei starken Winden gänzlich illusorisch, weil die Neigung φ gegen die Randlinie einem rechten Winkel sich nähert, so dass — indem auch hier $v = c_3$ tang φ ist — eine grosse Aenderung der Geschwindigkeit v nur durch eine äusserst geringe Aenderung von φ angezeigt wird; um diesen Winkel φ für die gleiche Windgeschwindigkeit zu verkleinern, müsste die gleichförmige Bewegung der Trommel und infolgedessen letztere selbst vergrössert werden, was die Anlagekosten des schon jetzt nicht billigen Apparates nicht unerheblich steigern würde; viertens wird durch obigen Vorschlag die Verwendung des theuren Kieselsäure-Papiers vermieden.

Alles in Allem genommen, erscheint mir die Einführung der schraubenförmigen Metall-Rippe zur Registrirung der Geschwindigkeit des Windes nicht sehr zweckmässig; dahingegen bezeichnet die Verwendung dieser sinnreichen Vorrichtung zur Aufzeichnung der Richtung des Windes, den zahlreichen, vorher zu demselben Zwecke in Vorschlag gebrachten Methoden gegenüber, einen entschiedenen Fortschritt; gleichwohl wirkt auch hier die beträchtliche Breite der Spur zuweilen störend, weshalb ich zu einer Combination der Schrauben-Rippe (zur Aufzeichnung der Richtung) mit der eventuell auszuführenden Registrirung der Geschwindigkeit nach obigem

---

[1]) Wissensch. Instr. auf der Berl. Gewerbe-Ausst. i. J. 1879, S. 242.

Vorschlage nicht rathen, sondern hierzu die in Ausführung und Betrieb jedenfalls billigere Anwendung einer Scheibe mit spiral-förmigem Rande, welcher auf einen linear verschiebbaren Schreibstift wirkt, empfehlen möchte, wie sie den Constructionen von Schön[1]) und Schreiber zu Grunde liegt; das von Dr. P. Schreiber[2]) in seinem Aufsatze über den Telemeteorograph angegebene Verfahren scheint mir wegen seiner Einfachheit den Vorzug zu verdienen. Die Aufzeichnung erfolgt am besten auf einem gleichförmig fortschreitenden Streifen „ohne Ende" von etwa 7 cm Breite, in welchem durch äquidistante Höcker auf einer Peripherie des Leit-Cylinders fortwährend Zeitmarken erzeugt werden.

Ein neues Mikrotom mit automatischer Messerführung.

Von
E. Boecker, Mechaniker in Wetzlar.

Obwohl das Mikrotom gegenwärtig einen ziemlich hohen Grad von Vollkommenheit erreicht hat, machen sich doch an den üblichen Constructionen, auch an denen mit Schlittenführung des Messers, manche Uebelstände bemerklich. Vielleicht ist dies die Ursache, dass Manche noch heute vorziehen, mit dem Rasirmesser aus freier Hand zu schneiden, obwohl es kaum des Hinweises bedarf, wie geringe Genauigkeit dabei zu erzielen ist und wie wenig gute Schnitte des oft so kostbaren Materials dabei gewonnen werden.

Fragt man nach den Fehlern der bisherigen Constructionen von Mikrotomen, so ist als hauptsächlichster das häufige Zerreissen von Zellen oder Geweben zu nennen, welches — wenigstens bei Schlittenmikrotomen — darin seinen Grund hat, dass das Messer einmal oft eine unrichtige Stellung inne hat, dann aber eine blos einfach fortschreitende und daher mehr drückende als schneidende Bewegung ausführt. Von einem guten Mikrotom muss jedoch verlangt werden, dass man bei sorgfältiger Handhabung nicht einen Schnitt zu verlieren braucht, was namentlich bei Serienschnitten oder seltenen pathologischen Injectionen von grosser Wichtigkeit ist, sowie dass man im Stande ist, ausserordentlich dünne Schnitte herzustellen, ohne dass im Geringsten Zellen oder Gewebe zerrissen werden. Wie weit die Dünne des Schnittes getrieben werden kann, ist freilich bei den verschiedenen Objecten verschieden und daher schwer in feste Regeln zu bringen.

Zur Erfüllung der vorstehenden Forderungen war ich zunächst bestrebt, dem Messer die richtige, d. h. die für den Schnitt günstigste Bewegung zu ertheilen, nämlich eine solche, bei der das Messer zugleich an der Schnittlinie entlang gezogen wird, ähnlich derjenigen, wie sie die menschliche Hand beim Schneiden instinctiv von selbst macht. Ausserdem schien mir bei den bisherigen Schlittenführungen das Messer nicht genügend befestigt zu sein, und es musste das so ermüdende Festhalten des Schlittens mit der Hand fortfallen. Endlich hielt ich es für richtig, dem Messer eine so starke Neigung zu geben, dass es mit der Führungsrichtung des Schlittens fast parallel stand.

---

[1]) Zeitschr. der Oest. Ges. für Meteor. 7, S. 246.
[2]) Carl's Repertorium für Experimentalphysik 18, S. 79.

Der Versuch, ein Mikrotom nach diesen Gesichtspunkten herzustellen, glückte in jeder Weise. Ich verband zwei Schlitten aus starkem Messinghartblech derart miteinander, dass sich ihre Bewegungen rechtwinkelig kreuzten. Wenn nun der eine Schlitten *S'* (s. Fig. 1) in der Längenaxe verschoben wurde, sollte er gleich-

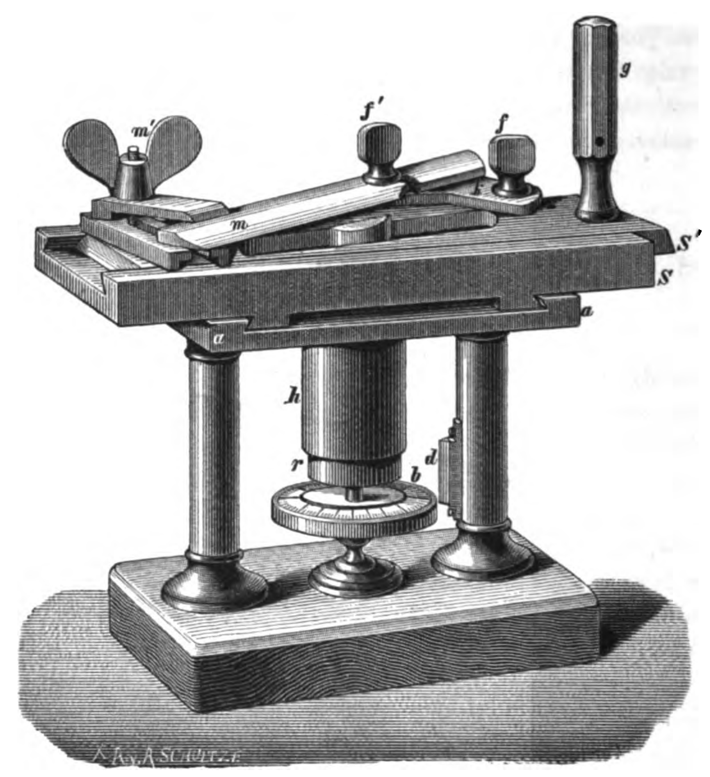


Fig. 1.

zeitig den anderen *S* zur Seite schieben. Um dies zu ermöglichen, wurde der Schlitten *S'* mit einem schiefen Schlitz versehen, dessen Wandung mit der Hülse *h*, welche ihrerseits mit dem Schlittenlager *a* fest verbunden ist, in gleitender und reibender Verbindung steht. Der Cylinder *r* dient zur Aufnahme des Schnittobjectes und kann durch die Mikrometerschraube *t* um Hunderttheile eines Millimeter gehoben werden, wozu eine Theilung *b* nebst Index *d* vorgesehen ist. Der Schlitten *S* ist seitlich ebenfalls geschlitzt, sodass er die Hülse *h* nicht berührt und sich eine gewisse Strecke weit frei bewegen kann.

Auf dem Schlitten *S'* ist alles Erforderliche zur Befestigung des Messers vorgesehen; wie aus der Figur ersichtlich sein wird, ist auf die Stabilität des Messers *m* auch in der Weise Rücksicht genommen, dass dasselbe an zwei Stellen befestigt ist, nämlich einmal auf dem in jeder Richtung festzuklemmenden Winkel *k*, der seinerseits auf dem Schlitten *S'* befestigt ist, dann aber auch mit der Flügelmutter *m'*, welche mit dem dazu gehörigen Winkel in einem schlitzförmigen Stück verschiebbar ist.

Die Bewegung des Schlittens *S'* geschieht mittels des Griffes *g*. Der schiefe Schlitz dieses Schlittens, welcher die Hülse *h* umfasst, wird (s. Fig. 2) bewirken,

dass der Schlitten S in der dazu senkrechten Richtung $a a^1$ verschoben wird, womit die ziehende Schneidebewegung hergestellt ist. Dieselbe ist eine gleichförmige, wenn, wie hier, der Schlitz ein gradliniger ist, und man kann sie schneller oder langsamer stattfinden lassen, je nachdem man den Schlitz mehr oder weniger schief macht. Auch kann man die ziehende Bewegung erst während des Schnittes beschleunigen; alsdann muss man dem Schlitz die in Fig. 3 dargestellte gekrümmte Form geben. Bei derartigen Aenderungen wird freilich das ganze Mikrotom breiter werden müssen, dafür aber auch kürzer werden können.

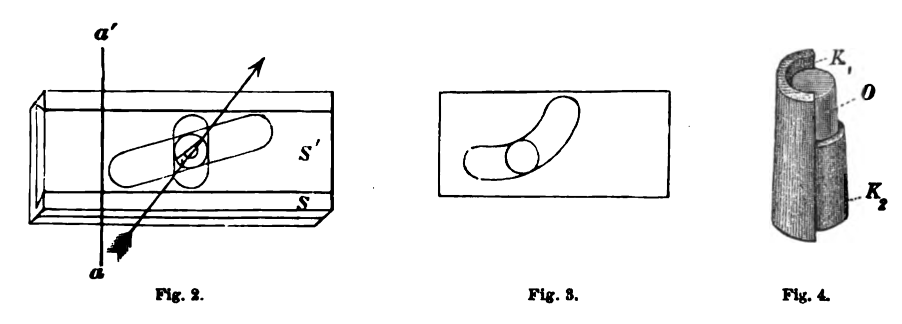


Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4.

Das Messer wird bei dieser Einrichtung in jeder beliebigen schiefen Stellung schneiden. Der Cylinder hatte bei dem fraglichen Mikrotom eine lichte Weite von 25 mm, was für die meisten Fälle sicher genügt, jedoch lassen sich auch noch grössere Dimensionen annehmen. Diesen Mikrotomen gebe ich zwei Messer bei; eins für botanische und pharmakognostische und eins für zoologische Schnitte, ferner ein Heft zu den Messern, um diese bequem abziehen zu können. Die Messer sind so zu ihren Auflageflächen geschliffen, dass sie einen freien Schnitt machen. Für Fälle, wo man gerne das Messer mit der Hand führen möchte, füge ich dem Mikrotom eine runde auf dem Schlitten S' leicht anzubringende Glasplatte bei. Auf dieser führt sich dann das Messer. Allerdings muss dabei das Messer öfter polirt werden, da es durch Aufdrücken auf die Platte schneller stumpf wird.

Zum Schlusse sei an dieser Stelle bezüglich des Befestigens der durch Präparation schnittfähig gemachten Objecte noch ein Verfahren erwähnt, das bis jetzt meines Wissens wenig angewandt wird und doch höchst bequem und zweckmässig ist. Fast alle Objecte müssen feucht (unter fortwährender Benetzung des Objectes und des Messers mit Spiritus) geschnitten werden. Da empfiehlt sich nun das übliche Eingiessen des Präparates in Stearin oder Transparentseife, da es sehr langwierig ist, nur bei zarten Objecten, die keinen Druck vertragen, und bei Material, wo kein Schnitt verloren gehen darf; in allen anderen Fällen kann man nach der folgenden einfachen Methode verfahren, die Ausgezeichnetes leistet, wie der Umstand beweisen dürfte, dass mein Bruder danach noch Semen psyllii schneiden konnte. Man verwende zwei Korkhälften, deren eine eine K_1 (Fig. 4) eine glatte Wand hat, welche mit einer dünnen Wachsschicht (einer Mischung weissen Wachses mit Olivenöl) überzogen ist, lege hierauf das Schnittobject O, befestige es mit einigen Tropfen des flüssigen, durch ein warmes Stäbchen aufgetragenen Wachses und lege darauf die zweite ausgehöhlte Korkhälfte K_2 so, dass das Rasirmesser niemals durch den Kork schneidet, wie fälschlich in Büchern angerathen wird, sondern immer erst durch das Object gegen den Kork. Kork stumpft bekanntlich die

Messer ganz rapid. — Ich nahm als Beispiel ein injicirtes Präparat, es lassen sich aber durch Festklemmen zwischen zwei Korken und geeignetem Ausfüllen der Zwischenräume mit Wachs auch noch winzig kleine Samen schneiden. Botanische Schnitte lassen sich ohne Weiteres fest in die Korken klemmen. Bei zarten Objecten dürfen natürlich keine Pressionen beim Einschieben in den Cylinder stattfinden. Sind aber absolut Eingiessungen in Stearin nothwendig, so lassen sich diese in dem Cylinder vornehmen; man braucht dann die erkaltete Masse nachher nur soviel herauszuschieben, als davon geschnitten werden soll.

Mancher Anfänger wird sich zuerst auf alle mögliche Art mit seinem Mikrotom abgemüht haben; es würde mich freuen, wenn ihm mit diesen letzten Mittheilungen ein kleiner Dienst erwiesen würde.

Zur Geschichte der Entwickelung der mechanischen Kunst.

Von
Dr. L. Loewenherz in Berlin.

Historische Notizen aus dem Gebiete der mechanischen Kunst finden sich in bekannteren Werken nur in beschränktem Maasse vor. Zahlreiche Anregungen haben mich veranlasst, in jüngster Zeit über die Entwickelung der praktischen Mechanik einige Studien zu machen, in deren Verlauf ich zu der Ueberzeugung gelangt bin, dass die Geschichte dieser Entwickelung nicht bloss für den Praktiker, sondern auch für den Theoretiker von höchster Wichtigkeit ist. Meine bisherigen Studien sind noch ganz und gar lückenhaft, gleichwohl will ich es versuchen, einige ihrer Ergebnisse hier mitzutheilen, weil ich hoffe, gerade durch ihre Veröffentlichung für Ausfüllung der Lücken am meisten wirken und die zahlreichen Freunde der mechanischen Kunst anregen zu können, Beiträge für die Geschichte derselben mit mir zu sammeln.

Bei der Lückenhaftigkeit des bisher mir zur Verfügung stehenden Materials bin ich genöthigt, auch von einer gleichmässigen Durcharbeitung der Einzelheiten in den nachfolgenden Darstellungen Abstand zu nehmen; Punkte, die an sich gleich wichtig sind, müssen doch manchmal mit sehr verschiedener Ausführlichkeit behandelt werden, da die Reichhaltigkeit der bezüglichen Quellen eine sehr verschiedenartige ist.

Meine Mittheilungen sollen sich nach einem einleitenden Ueberblick, der besonders bei der mechanischen Kunst der älteren Zeiten verweilen wird, zunächst beschränken auf historische Notizen über zwei der wichtigsten praktischen Probleme, die Herstellung optischen Glases und die Theilung von Kreisen, und auf Angaben über die Geschichte der wichtigsten mechanischen Werkstätten, welche bis um die Mitte dieses Jahrhunderts in Deutschland existirt haben.

Vorher halte ich es aber nicht für überflüssig, die Bedeutung, welche nach meinem Dafürhalten der Entwickelung der mechanischen Kunst für die Fortschritte der exacten Wissenschaften beizumessen ist, in Kürze darzulegen und dadurch den Beweis zu führen, dass überhaupt für die Geschichte jener Entwickelung ein allgemeines wissenschaftliches Interesse beansprucht werden darf.

Fast jeder Zweig der exacten Wissenschaften hat der mechanischen Kunst neue Aufgaben gestellt und ihrer Entwickelung eine neue Richtung eröffnet. Umgekehrt



liegt die Bedeutung der mechanischen Kunst nicht nur darin, dass sie die von der theoretischen Wissenschaft ihr gestellten instrumentellen Aufgaben ausführt und damit die für die Forschung unentbehrlichen Hülfsmittel herstellt; ihre Bedeutung für die Fortschritte der exacten Wissenschaften ist in zahlreichen Fällen eine weitergehende, ihren Erfolgen ist es nämlich häufig gelungen, die Aufgaben der Wissenschaft selbst zu erweitern oder doch an der Erweiterung unmittelbaren Antheil zu gewinnen.

Im Folgenden soll eine Reihe von charakteristischen Beispielen hierfür angeführt werden. Zunächst sind Erfolge dieser Art schon in Fällen erreicht worden, in welchen die mechanische Kunst nichts mehr als ihre engeren rein praktischen Aufgaben erfüllt und nur die mechanische Ausführung gewisser Instrumente zu möglichst grosser Vollkommenheit gebracht hat. Ein treffendes Beispiel hierfür liefert uns die Geschichte eines der einfachsten und zugleich wichtigsten wissenschaftlichen Apparate, nämlich der Waage. In ihrer Construction sind in der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts wesentliche und erfolgreiche Neuerungen kaum bekannt geworden, dagegen ist durch fortgesetzte Vervollkommnung der Herstellung ihrer einzelnen Theile schliesslich eine so weitgehende Genauigkeit in ihren Leistungen erzielt worden, dass die noch übrig gebliebenen Wägungsfehler weit geringer waren, als diejenigen Fehler, welche durch die begleitenden äusseren Umstände, insbesondere durch die Zustände und Bewegungen der Luft im Wägungsraum, herbeigeführt wurden. Dieser Fortschritt der Praxis hat erst die Wissenschaft dazu geführt, auf Mittel zu sinnen, um den Einfluss jener Störungen auszuschliessen. Und so sind denn die Waagen entstanden, welche im luftverdünnten oder überhaupt im luftdicht geschlossenen Raume arbeiten. Der erste Vorschlag zu einer solchen Waage stammt aus dem Jahre 1860, in den letzten Jahren ist es unter thätiger Beihülfe der praktischen Künstler gelungen, die Aufgabe zu lösen, und in nächster Zeit wird die Metrologie in der Lage sein, die Resultate dieser wichtigen Neuerung vollkommen zu verwerthen.

Zweitens werden die Aufgaben der Wissenschaft vielfach dadurch erweitert, dass es der mechanischen Kunst gelingt, neue Materialien für die Herstellung von Instrumenten heranzuziehen oder eine neue Anordnung bekannter Materialien anzuwenden. Die Anfertigung optischer Gläser, insbesondere die Herstellung achromatischer Gläser, sowie die Erfindung der Immersion für Mikroskope wären etwa hier als Beispiele zu nennen.

In der Auffindung neuer Methoden zur Behandlung einzelner Apparate und zur Bearbeitung einzelner Apparattheile möchte ein dritter Weg zu finden sein, auf welchem die mechanische Kunst Fortschritte der Wissenschaften herbeigeführt hat. So waren die durch Toricelli erfundenen Quecksilberbarometer schon 80 Jahre lang bekannt, gaben aber ganz unregelmässige und unvergleichbare Angaben, bis ein deutscher Glasbläser, dessen Namen leider unbekannt geblieben ist, um das Jahr 1723 das Auskochen der Barometer erfand und erst damit dieses zu einem für wirkliche Messungen brauchbaren Instrument machte. Dass es sich hierbei zu allerletzt um eine Erfindung handelt, auf die auch jeder Theoretiker hätte verfallen können, geht am besten daraus hervor, dass die Methode des Auskochens noch nahezu 40 Jahre nach ihrer Veröffentlichung von den Gelehrten nur dazu gebraucht wurde, um im Dunkeln leuchtende Barometer herzustellen[1]), obwohl jener Glasbläser bereits genau angegeben

[1]) Poggendorff, Geschichte der Physik, S. 505 u. f. Das Leuchten ist ein elektrisches Phänomen und tritt dann ein, wenn das Barometer in eine schaukelnde Bewegung versetzt wird.



hatte, dass dieses Leuchten nur dann eintritt, wenn nicht mehr als ²/₃ der Quecksilberfüllung ausgekocht wird.

Von welcher Bedeutung für die Wissenschaft neue Methoden zur Bearbeitung einzelner Apparattheile werden können, dafür bietet die Feineintheilung von Kreisen und geraden Linien den schlagendsten Beweis. Die Wissenschaft konnte wohl die Anforderung stellen, dass die Eintheilungen der bei ihren Instrumenten benutzten Kreise und Scalen möglichst genau ausgeführt sein sollen; wie aber dieser Forderung Genüge zu leisten, das konnte nur die wirkliche Praxis erfinden. Nun ist zwar die Wissenschaft in der Lage, in manchen Fällen sich auch mit schlechten oder ungenauen Theilungen zufrieden zu geben, indem sie ihrerseits Methoden ersonnen hat, um die Fehler der Theilungen zu ermitteln und bei den Beobachtungen in Rechnung zu ziehen, indessen ist die Anwendung dieser Methoden stets so complicirt, dass der Gebrauch der eigentlichen Messinstrumente sich sicherlich niemals in dem Umfange, wie dies geschehen, hätte einbürgern können, wenn es der mechanischen Kunst nicht gelungen wäre, Methoden zur sicheren und billigen Herstellung genauer Eintheilungen von Kreisen und Linien aufzufinden. Uebrigens kann die Ermittelung und rechnerische Berücksichtigung der Fehler der Theilungen, welche bei allen feineren Instrumenten stets erforderlich ist, ohne einen gewissen Genauigkeitsgrad der letzteren, d. h. ohne einen gewissen Stetigkeitsgrad im Verlaufe ihrer Theilungsfehler überhaupt nicht von Erfolg sein.

Endlich werden Fortschritte der Wissenschaft durch die mechanische Kunst noch insofern veranlasst, als viele folgenreiche Neuconstructionen als unmittelbare Erfolge der mechanischen Kunst anzusehen sind, sei es nun, dass sie der Hülfe der letzteren nicht entbehren konnten, um lebensfähig zu werden, oder sei es, dass sie von einem Praktiker im Verlaufe der Arbeiten der mechanischen Kunst erdacht worden sind und ihrer Natur nach nur der Praxis entstammen können. Betreffs der hier anzuführenden Beispiele werden allerdings, bei der innigen Wechselwirkung zwischen Wissenschaft und Praxis, vielfache Meinungsverschiedenheiten laut werden, da z. B. der Antheil des Gelehrten und des mit ihm verbündeten Praktikers an Neuconstructionen sich nur selten genau abmessen lässt. Doch fällt es nicht schwer, zahlreiche Fälle nachzuweisen, in denen die Entstehung einer Neuconstruction oder doch ein erheblicher Antheil an derselben der mechanischen Kunst unbestreitbar zuzuerkennen ist.

Von jenen älteren Gelehrten, welche gleichzeitig sehr geschickte Praktiker waren und viele ihrer wichtigsten Erfindungen gerade dieser Doppeleigenschaft zu verdanken haben, von Galilei, Rob. Hooke, Huygens u. s. w. mag hier abgesehen werden, da es immer schwer sein wird, zu ermessen, was hierbei der Praxis und was der Theorie zugehört. Es mag ausreichen, auf das erfolgreiche Zusammenwirken von grossen Gelehrten und hervorragenden Mechanikern hinzuweisen, das uns gerade in der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts so häufig entgegentritt. Wir finden in Frankreich das gemeinsame Arbeiten von Arago und Gambey, in Oesterreich von Stampfer und Starke, in Russland von Kupffer und Girgensohn, welcher ersterem bei seinen umfangreichen Versuchen zur Fixirung der russischen Maasse ganz ausserordentliche Dienste leistete. In Deutschland hat Bessel bei der Ausführung der Arbeiten zur Herstellung des preussischen Urmaasses an dem Mechaniker Th. Baumann eine Unterstützung gefunden, deren er wiederholt mit wärmster An-



erkennung gedenkt, und ähnliche Hülfe ist ihm bei den Arbeiten zur Messung der Länge des Secundenpendels und bei seinen astronomischen Arbeiten durch Repsold in Hamburg geworden. Vielleicht erscheint es nicht gewagt, sogar bei den Arbeiten des grossen Meisters Gauss der Unterstützung des vielseitigen Mechanikers Meyerstein Erwähnung zu thun.

Bei vielen Neuconstructionen wird übrigens, auch wenn ihre ursprüngliche Idee von Gelehrten herrührt, der Antheil des ausführenden Mechanikers nicht nur allseitig zugestanden, sondern sogar als der Hauptantheil anerkannt. Giebt es doch zahlreiche Constructionen, deren Idee sehr einfach, deren Ausführung dagegen ausserordentlich schwierig ist. Der Gedanke, ein achromatisches Objectiv dadurch billiger und leichter herstellbar zu machen, dass die Flintglaslinse einen kleineren Durchmesser als die Kronglaslinse erhält und beide in einen entsprechenden Abstand von einander gestellt werden, rührt von Littrow her, es bedurfte aber der geschickten und erfahrenen Hand Plössl's um diesen Gedanken praktisch zur Ausführung zu bringen und das dialytische Fernrohr herzustellen, das deshalb auch ausschliesslich nach Plössl benannt zu werden pflegt. Ebenso soll die Idee des ersten wirklichen Comparators zur Vergleichung von Endmaassstäben, mit festem Widerlager einerseits und Fühlhebel andererseits, von Borda, de Prony und Lenoir gemeinsam ausgegangen sein, mit Recht ist aber diese Construction nur als die Lenoir's bekannt.

Auch für Constructionen, von welchen ich annehme, dass sie ihrer Natur nach nur der Praxis entstammen können, könnte ich mannigfache Beispiele anführen, nur verhehle ich mir nicht, dass gerade über die Berechtigung einer solchen Annahme die grösste Meinungsverschiedenheit zu erwarten ist.

Jedenfalls wäre es unrichtig, hierher etwa alle Erfindungen zählen zu wollen, die von Mechanikern herrühren. Wenn Fraunhofer zur Untersuchung der Gestalt seiner Linsen homogenes Licht brauchte und bei den zur Herstellung desselben unternommenen Arbeiten die nach ihm benannten dunklen Linien im Sonnenspectrum auffand, so ist dieser Erfolg nur dem Physiker, nicht dem praktischen Künstler zuzuschreiben. Dagegen wären hier fast alle die wichtigen Verbesserungen zu nennen, welche Reichenbach an geodätischen Instrumenten angebracht hat, die Ersetzung der Alhidadenarme durch einen ganzen Kreis, die Aufstellung der Instrumente auf einem Dreifuss u. s. w. Die Construction der Fühlhebelniveaus, deren Erfindung sowohl für Reichenbach wie für Repsold in Anspruch genommen zu werden scheint, gehörten ebenfalls hierher. Als ein besonders treffendes Beispiel könnte man ferner die Arretirungseinrichtung für Waagen hier erwähnen, welche vermuthlich von Robinson herrührt. Auch aus der jüngsten Zeit, z. B. aus dem Gebiete der Elektrotechnik, könnten manche Beispiele hinzugefügt werden.

I. Einleitender Ueberblick über die Entwickelung der mechanischen Kunst.

Die Gelehrten des Alterthums und des Mittelalters, welche sich mit Naturwissenschaften beschäftigten, stellten die instrumentellen Hülfsmittel, die sie dazu brauchten, meistentheils selbst her. Der Bedarf hieran war überdies, abgesehen von der Astronomie, ein ausserordentlich geringer, da man die Anstellung von eigentlichen Experimenten damals noch nicht kannte und da die zu den Beobachtungen



erforderlichen Apparate sehr primitiver Natur waren. Für die Herstellung von astronomischen Instrumenten mag allerdings schon in früherer Zeit die Hülfe von Handwerkern, die in feineren Metallarbeiten geschickt waren, in Anspruch genommen worden sein, jedoch sind die eigentlichen Präcisionsarbeiten, wie Theilung der Kreise, Montirung der Instrumente u. s. w., wohl damals stets von den Gelehrten selbst und ihren Assistenten besorgt worden. Die Anfänge der Entwickelung der mechanischen Kunst als eines selbstständigen Gewerbes fallen mit denen der Uhrmacherei zusammen. Die ersten namhaften Mechaniker sind aus den Kreisen der Uhrmacher hervorgegangen, und wir müssen deshalb einen Augenblick bei der Entwickelung der Uhrmacherei verweilen.

Schon im Alterthum waren die verschiedensten Instrumente zur Zeitmessung wie Sonnen-, Sand- und Wasseruhren bekannt, Räderuhren scheinen erst im Laufe des 13. Jahrhunderts oder wenig früher allgemein eingeführt worden zu sein. Ueber ihre älteste Geschichte liegt ein wenig aufgeklärtes Dunkel; sie sind vermuthlich durch die Sarrazenen nach Italien und von da nach dem übrigen Europa gekommen. Aus einer Stelle in Dante's göttlicher Komödie ist zu schliessen, dass Schlaguhren in der zweiten Hälfte des 13. Jahrhunderts nicht mehr selten waren. Bis zur Einführung der Pendeluhren waren die Räderuhren nichts als eine Verbindung von Rädern, deren Bewegung durch ein sinkendes Gewicht veranlasst und durch eine Hemmung in gemässigter Geschwindigkeit erhalten wurde. Die Hemmung bestand bei den ältesten Uhren wahrscheinlich nur in einem Windfang; dieser wurde später durch die sogenannte Bilanz verdrängt, die im Princip mit der bei den gewöhnlichen Taschenuhren noch jetzt üblichen Hemmung mit Unruhe übereinstimmte, nur dass das Schwungrad durch eine an beiden Enden beschwerte, um ihre Mitte drehbare Stange ersetzt wurde[1]).

Es ist nicht unwahrscheinlich, dass Räderuhren mit Hemmung und Unruhe zuerst in Deutschland verfertigt wurden. Ein Deutscher, Heinrich von Wick, wurde durch Karl V., König von Frankreich, nach Paris berufen, um dort 1364 bis 70 eine solche auch mit Schlagwek ausgestattete Uhr herzustellen, welche übrigens noch im Jahre 1737 existirte und von der eine aus dieser Zeit stammende vollständige Beschreibung und Zeichnung erhalten ist. Eine ganz eben solche Uhr wurde 1348 in Dover Castle aufgestellt, sie war im Jahre 1876 durch das Patent Office Museum in London ausgestellt, und Gerland hat sie an der in der Anmerkung angegebenen Stelle eingehend beschrieben. In der zweiten Hälfte des 14. Jahrhunderts wurden nach und nach auch einige bedeutendere Städte, besonders in Deutschland, mit Thurmuhren von ähnlicher Construction ausgerüstet, Augsburg bekam die erste Thurmuhr 1364, Breslau 1368, der Strassburger Münster 1370, dagegen Venedig erst 1497, Oxford 1523. Eine Gewichtsuhr für astronomische Beobachtungen wurde zuerst im Jahre 1484 durch den Nürnberger Patrizier Bernhard Walther construirt und angewandt, vorher waren für diese Zwecke Wasser- oder auch Quecksilberuhren im Gebrauch. Dem Beispiel von Walther folgte der gelehrte Landgraf Wilhelm von Hessen zur Zeit des Kopernikus und später Tycho Brahe, der vier solcher Räderuhren besass, die auch Secunden angaben, aber freilich

[1]) Vergl. Fig. 5 des „Berichts über die wissenschaftlichen Apparate auf der Londoner internationalen Ausstellung im Jahre 1876". S. 20.

noch von sehr roher Construction waren und deshalb, wie Tycho sich beklagte, einen sehr unzuverlässigen vom Wetter abhängigen Gang besassen. Sie waren eine Art Thurmuhren, eines der Räder hatte nicht weniger als ungefähr einen Meter Durchmesser und 1200 Zähne, seinem Gang musste aber bisweilen mit dem Hammer nachgeholfen werden. Später, im Laufe des 16. und in der ersten Hälfte des 17. Jahrhunderts, besserten und mehrten sich die Räderuhren zusehends, so dass damals jede nur einigermaassen ansehnliche Sternwarte und mindestens der Hauptthurm jeder grösseren Stadt in Europa mit solchen Uhren ausgerüstet war. Auch Taschenuhren waren um diese Zeit schon ziemlich verbreitet, bei ihnen war die Wirkung des Gewichts durch die Kraft einer Triebfeder aus Metall ersetzt.

Alle diese Uhren waren aber noch sehr mangelhaft, und eine durchgreifende Besserung der Räderuhren konnte erst dann eintreten, als man mit der Hemmung eine Regulirung in Verbindung brachte, welche durch die ihr eigene Schwingungsdauer in Wahrheit ein Zeitmaass darbot, so dass dem Räderwerk von nun an die Aufgabe zufiel, dieses kleine Zeitmaass zu vervielfältigen, seine Wiederholungen zu zählen und sie auf dem Zifferblatt zu registriren. Dies geschah, als man der Unruhe die Spiralfeder beigab oder erstere durch das Pendel ersetzte. Hooke hat vor 1660 die Spiralfeder erfunden, und der demnächst auch als eigentlicher Mechaniker zu nennende Uhrmacher Tompion soll im Jahre 1671 die erste Taschenuhr mit einer solchen Feder verfertigt haben. Huygens kam im Jahre 1674 oder 1675, unabhängig von Hooke, auf dieselbe Erfindung. Huygens war es aber auch, der schon vorher im Jahre 1657 die Pendeluhren erfunden hatte, nachdem Galilei bereits im Jahre 1636 den von seinem Sohne später ausgeführten Gedanken gehabt hat, das Pendel zum Zeitmessen zu benutzen und seine Schwingungen zu zählen. Von Huygens stammt die Verwendung des Pendels zur Regulirung einer durch Gewicht getriebenen Räderuhr, bei seiner Erfindung erfolgte nicht, wie Galilei bei seinen ersten Vorschlägen es jedenfalls allein wollte, die blosse Zählung der Pendelschwingungen[1]).

Unter den ersten hervorragenderen Vertretern der mechanischen Kunst treten uns durchweg Männer entgegen, welche auch auf dem Gebiete der Uhrmacherei durch namhafte Erfindungen bekannt geworden sind. Der schon genannte Tompion erfand 1695 die erste ruhende Hemmung für Unruh-Uhren; Graham, den wir bei der Geschichte der Kreiseintheilungen wiederfinden werden, war es, der Hemmungen construirte, welche noch heute für Taschenuhren wie für Pendeluhren viel gebräuchlich sind, und der auch zuerst das Compensationspendel ersann; dem ersten Erbauer einer wirklichen Theilmaschine, den Uhrmacher Hindley, verdankt man wichtige Neuerungen in der Erzeugung von Uhrmacherwerkzeugen, und auch jene Theilmaschine war ursprünglich zum Schneiden von Uhrenrädern bestimmt. Es scheint ganz im allgemeinen, dass durch die grossartigen Entdeckungen, welche Galilei, Hooke, Huygens und ihre Mitarbeiter auf dem Gebiete der physikalischen Wissenschaften gemacht haben, eine grössere Zahl von intelligenten Uhrmachern bewogen wurde, sich specieller mit der Herstellung physikalischer Instrumente zu beschäftigen.

Durch die Erfindung des Fernrohrs erhalten aber im Anfang des 17. Jahrhunderts die Jünger der mechanischen Kunst bald von einer anderen Seite her er-

---

[1]) Vergl. jedoch betreffs der späteren Vorschläge Galilei's die Mittheilungen von Gerland a. a. O. S. 21 und in Wiedemann's Annalen 1877.



heblichen Zuwachs. Die Optiker schlossen sich den Uhrmachern an. Das Gewerbe der ersteren hat sogar vermuthlich, wenn auch nicht für die Anfertigung wissenschaftlicher Instrumente, schon früher eine selbstständige Rolle gespielt, als das der Uhrmacher. Die vielleicht schon im Alterthum bekannten Vergrösserungsgläser sollen nämlich als Augengläser oder Brillen schon 1166 im Gebrauch gewesen sein, der Minnesänger Mismer erwähnt ihrer. Jedenfalls hat die Verbreitung von Brillen gegen Ende des 13. Jahrhunderts einen ausgedehnten Umfang angenommen, und in den nächsten Jahrhunderten war das Gewerbe der Brillenschleifer insbesondere in gewissen Gegenden viel verbreitet und wohlangesehen.

Aus den Uhrmachern und den Brillenschleifern ist das Gewerbe der Mechaniker hervorgegangen. Aber noch lange Zeit nach dem Ausgang des Mittelalters waren es immer Gelehrte selbst, welche auch in der Praxis der Herstellung ihrer Instrumente am meisten leisteten. Galilei und Toricelli haben selbst Fernrohre hergestellt, Hooke erfand die Weingeistlibelle, er war auch der erste, der eine Methode zur Theilung von Kreisbögen ersann. Huygens erfand ein neues Verfahren zum Schleifen von Fernrohr-Linsen und verdankte gerade dieser Erfindung seine Aufnahme in die Royal Society. Auch der berühmte Danziger Rathsherr und Astronom Hevelius (Hewelcke), mit dem wir uns bald noch näher zu beschäftigen haben werden, schliff die Gläser zu seinen Fernrohren selbst. Sogar noch Newton verfertigte seine Spiegelteleskope mit eigener Hand. Doch schon in der Mitte des 17. Jahrhunderts werden auf den verschiedensten Gebieten der exacten Wissenschaften einzelne hervorragende eigentliche Mechaniker namhaft gemacht, ja sogar schon Specialisten finden sich vor, so wird in Verbindung mit der berühmten Accademia del Cimento in Florenz ums Jahr 1650 der geschickte Glaskünstler Guiseppe Moriani genannt als Verfertiger der schönen Weingeistthermometer dieser Akademie, bei denen die Scale durch von aussen angeschmolzene Knöpfchen von weissem Emaille oder von dunklem Glase markirt wurde.

Einen ausgedehnten Umfang nahm die Ausübung der mechanischen Kunst erst zu der Zeit an, als man erkannte, welche Bedeutung ihre Erzeugnisse nicht nur für die reine Wissenschaft sondern auch für andere praktische Zwecke haben. Insbesondere war es ihre Bedeutung für die Nautik, welche zuerst einen Aufschwung der mechanischen Kraft herbeiführte[1]). Seitdem John Hadley die von R. Hooke oder von Newton erfundenen Spiegelsectoren in die Praxis einführte, wurde der Bedarf an Werken der mechanischen Kunst ein immer weiterer, und immer mehr praktisch begabte und theoretisch gebildete Männer wandten sich diesem Gewerbszweige zu. Das Bedürfniss trat zuvörderst bei der ersten seefahrenden Nation, bei den Engländern, hervor, und deshalb erreichte die mechanische Kunst auch zuerst in England ihre höchste Blüthe, und zwar nicht bloss in Bezug auf Instrumente für praktische, sondern auch für rein wissenschaftliche Zwecke. Nicht wenig mag hierbei noch die grossartige Unterstützung mitgewirkt haben, welche die englische Regierung durch Aussetzung von Preisen den Praktikern gewährte. Sie zahlte für die Erfindung des Chronometers an John Harrison im Jahre 1765 einen Preis von 10000 £, also

[1]) Uebrigens scheint die Nautik, wie bezügliche Mittheilungen erweisen, schon bei den Arabern die Dienste der mechanischen Kunst in gewissem Umfange in Anspruch genommen zu haben.

mehr als 200 000 Mk, für die Erfindung seiner Eintheilungsmethode erhielt Bird vom Board of Longitude einen Preis von 500 £, also immer noch 10 000 Mk.

Die Namen fast aller hervorragenderen Mechaniker und Optiker Englands werden uns im Verlauf dieser Mittheilungen begegnen, doch mag an dieser Stelle des genialsten und vielseitigsten englischen Mechanikers Jesse Ramsden (1735 bis 1800) noch besondere Erwähnung geschehen. Er ist nicht nur wegen seiner später zu beschreibenden Kreistheilmaschine, sondern auch durch zahlreiche und wichtige Neuconstructionen auf dem Gebiete der astronomischen und geodätischen Instrumente, auf dem der Waagen, der Mikroskope u. a. m. hochberühmt und zwar gleich geschätzt als Optiker, wie als eigentlicher Mechaniker.

Im Anfang des 19. Jahrhunderts wurde England von Deutschland überflügelt, und die grösseren wissenschaftlichen Instrumente aus deutschen mechanischen Werkstätten haben in der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts unbestritten den ersten Rang eingenommen. Erst etwa vom dritten Jahrzehnt an, durch Gambey und Froment, hat auch Frankreich sich auf diesem Gebiete hervorgethan.

Um eine Vorstellung zu geben von den Leistungen der mechanischen Kunst älterer Zeiten, wollen wir hier Beschreibung und Zeichnung eines aus dem 11. Jahrhundert stammenden arabischen Astrolabiums und ferner einige Excerpte aus der „Machina coelestis“ des Hevelius einfügen. (Fortsetzung folgt.)

Kleinere Mittheilungen.

Errichtung zweier neuen Observatorien.

Nach dem Vorbilde Bischoffsheim's in Frankreich und Lick's in Californien hat auch ein Deutscher, Herr Dr. Karl Remeis, seiner Vaterstadt Bamberg mittels letztwilliger Verfügung die Mittel zur Errichtung einer Sternwarte überwiesen. Ausser einem Capital von 400 000 M. zum Bau und zur Unterhaltung ist für die neue Sternwarte eine Reihe höchst werthvoller Instrumente bestimmt, welche der Verstorbene meist in seinen letzten Lebens jahren erworben hatte, darunter als Hauptinstrument der neue 10 zöllige Refractor von Dr. Schröder, welcher die Zierde der vorjährigen Ausstellung in Frankfurt a. M. bildete, ausserdem ein vortrefflicher 4 zölliger Refractor von Reinfelder & Hertel in München, ein Merz'scher Cometensucher, ein Ertel'sches Universalinstrument, Krille'sche Chronometer etc. Von dem Capital sind 180 000 M. für den Bau, 70 000 M. zur Anschaffung von Instrumenten 80 000 und 20 000 M. als Capitalien, von deren Zinsen bezw. ein Astronom und ein Custos zu besolden sind, und 50 000 M. zur Unterhaltung des Observatoriums bestimmt.

Dr. Remeis war ursprünglich Jurist, hatte aber seit Jahren wegen Kränklichkeit der Ausübung seines Berufes entsagt und in dem Studium und der Beobachtung des gestirnten Himmels Trost und Ersatz gefunden. In seiner letztwilligen Verfügung begründet er die Stiftung mit folgenden Worten: „Ich bin überzeugt, dass die beste Verwendung der materiellen Güter darin besteht, die wissenschaftliche Forschung, welche den Menschen geistig erhebt und veredelt, zu unterstützen und zu fördern.“ Und weiter: „Die Astronomie halte ich vor allem berufen und fähig, die geistige Erziehung zu fördern, wahre Religiosität zu begründen und sittlichen Ernst wie Befriedigung in weitere Kreise zu tragen. Sie ist die Wissenschaft, welche dem Menschen zur richtigen Erkenntniss seiner selbst und seiner Stellung im Universum verhilft und zugleich aber auch ihn in die Lage versetzt, die ewigen Gesetze des Alls zu finden, dem Schöpfungsgedanken nachzudenken und in sich selbst einen göttlichen Funken zu fühlen.“



Ein neues astrophysikalisches Privatobservatorium in Ungarn (das zweite daselbst; das erste ist das des Dr. von Konkoly) haben die Gebrüder Eugen und Alexander von Gothard auf ihrem Gute zu Herény bei Steinamanger begründet und bereits Ende 1881 in Dienst gestellt. Das neue Institut besitzt z. Z. einen 10¼ zölligen Reflector von Browning, parallaktisch montirt und mit Uhrwerk versehen, mehrere Spectralapparate, ein Spectralphotometer, zwei Uhren mit Quecksilberpendel und viele physikalische Apparate, sowie eine eigene Werkstätte zur Ergänzung der Instrumentenausrüstung.

Neu erschienene Bücher.

The Scientific English Reader. Englisches Naturwissenschaftlich-Technisches Lesebuch für Studirende, Lehrer, Techniker und Industrielle. Von Dr. F. J. Wershoven. II. Theil. Maschinentechnik und Mechanische Technologie. Leipzig. F. A. Brockhaus. 112 S. M. 1,50.

Das vorliegende Werk erwirbt sich um die Erschliessung der englischen technischen Literatur grosse Verdienste. Man kann ein ganz guter Kenner der englischen Sprache sein, ohne sich in dem Irrgarten ihrer technischen Phraseologie zurecht finden zu können. Das in Rede stehende Werk will dem Leser englischer technischer Werke über diese Schwierigkeit hinweghelfen, es will den Leser mit der neueren naturwissenschaftlich-technischen Sprache Englands bekannt machen. Zu diesem Zwecke sind aus der englischen Fachliteratur der letzten Jahre solche Aufsätze ausgewählt worden, welche bei klarer und anregender Darstellung die wichtigsten technischen Ausdrücke des betreffenden Faches enthalten. Ueber sprachliche und sachliche Schwierigkeiten wird durch zahlreiche Anmerkungen und durch Holzschnitte hinweggeholfen.

Ref. erkennt bereitwilligst an, dass ihm das Werk schon bei manchen Gelegenheiten ein sicherer und treuer Berather gewesen ist. Der vorliegende II. Theil, Maschinentechnik und mechanische Technologie — der I. Theil enthält Physik, Chemie und chemische Technologie, der III. Theil Bau-Ingenieurwesen — dürfte sich den Lesern dieser Zeitschrift ganz besonders empfehlen. Der billige Preis des Werkes dürfte seine Einführung wesentlich erleichtern.

Bei dieser Gelegenheit möchte Ref. noch auf die von demselben Verfasser herausgegebenen technischen Vocabularien empfehlend hinweisen, von denen ihm das „englisch-deutsche" — in demselben Verlage erschienen, Preis geb. M. 2,70 — vortheilhaft bekannt ist. Es bringt nach Fächern geordnet die wichtigsten technischen Ausdrücke und überhebt den Leser englischer Abhandlungen vieler Schwierigkeiten. Manchem Leser würde es indess vielleicht noch angenehmer sein, wenn Verfasser seine Vocabularien zu alphabetisch geordneten Wörterbüchern erweitern wollte.

Wild, H., *Annalen des physikalischen Central-Observatoriums zu Petersburg.* 2. Th. Leipzig, Voss. M. 30,00.

Drion, C., et Fernet, E., *Traité de physique élémentaire.* 8. Aufl. 864 S. Paris, Masson. Fr. 8,00.

Moncel, Du, *The Telephon, the Microphon and the Phonograph.* 2. Aufl. 370 S. London, Paul. 5 Sh.

Ferrini, R., *Fisica intuitiva. VI e 21 p. con 30 tav. color.* Milano, Hoepli. M. 7,50.

Fernet, E., *Cours de physique à l'usage des classes de lettres. Pesanteur, hydrostatique, chaleur.* 276 S. Paris, Masson. Fr. 2,50.

Fleurlais, G. E., *Loch-compas avertiseur anémomètre.* 26 S. Nancy, Berger, Levrault & Co.

Ganot, A., *Introductory Course of Natural Philosophy.* New-York. 7 sh. 6 d.

Helmholtz, H., *Wissenschaftliche Abhandlungen.* 1. Bd. 2. Abth. Leipzig, Barth. M. 14,00.

Hospitalier, E., *La physique moderne; les principales applications de l'électricité. 2. Edition (les sources d'électricité; l'éclairage électrique; Telephone; Mikrophone; Photophone etc.).* 327 S. Paris, Masson.

Kirchhoff, G., *Gesammelte Abhandlungen.* 2. Abth. Leipzig, Barth. M. 9,00.



***Observations météorologiques**, faites par l'expédition de la Véga, reduites par H. Hildebrand-Hildebrandson.* Stockholm.

Perry, John, *Die zukünftige Entwickelung der Elektrotechnik. Vortrag, übersetzt von Ad. F. Weinhold.* Leipzig, Quandt & Händel. M. 0,60.

Thelle, F., *Anleitung zu barometrischen Höhenmessungen mittels Quecksilberbarometer und Aneroid, nebst Hülfstafeln.* Dresden, Axt. M. 1,00.

Trappe, A., *Schulphysik.* 9. Aufl. Breslau, Hirt. M. 3,00.

Zech, P., *Anwendung der Elektricität auf Beleuchtung.* Heidelberg, Winter. M. 0,60.

Dabovich, P. E., *Nautisch-technisches Wörterbuch der Marine.* 1. Bd. 10. Lief. Wien, Gerold & Co. M. 2,00.

Karmarsch und **Heeren's** *technisches Wörterbuch.* 3. Aufl. 53. Lief. Prag, Haase. M. 2,00.

H. Gretschel, *Lexicon der Astronomie.* Leipzig, Bibliogr. Inst. M. 5,50. Geb. M. 6,00.

P. M. Hauser, *Das Klydiskop.* Graphisches Tellurium. Wien, Hartleben. M. 0,75.

M. Th. Edelmann, *Neuere Apparate für naturwissensch. Schule und Forschung.* 3. Lief. Stuttgart, Schweizerbart. M. 6,00.

J. Maréchal, *Appareil pour explorer la vision des couleurs.* Brest, Gadreau.

V. Strouhal, und **C. Barus,** *Ueber den Einfluss der Härte des Stahls auf dessen Magnetisirbarkeit und des Anlassens auf die Haltbarkeit der Magnete.* Würzburg, Stuber. M. 2,40.

A. v. Urbanitzky, *Die elektrische Beleuchtung und ihre Anwendung in der Praxis.* Wien, Hartleben. M. 4,00.

A. Schell, *Der Einschneide-Transporteur* von V. v. Reitzner. Wien, Seidel & Sohn. M. 0,80.

Vereinsnachrichten.

Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik. Sitzung vom 2. Mai 1882. Vorsitzender: Herr Fuess.

Herr Stueckrath zeigte mit Hülfe der von ihm construirten und bereits in einem früheren Bericht (Bd. 1 S. 404) erwähnten Compressionspumpe der Versammlung die Darstellung flüssiger bezw. fester Kohlensäure und führte mittels der letzteren und des Cailletet'schen Apparates einige wohlgelungene Experimente vor, wie das Gefrieren von Quecksilber in glühendem Platintiegel u. dergl., die zwar bekannt, vor einem grösseren Zuhörerkreise aber selten zu sehen sind. Hierauf brachte die Versammlung nach längerer Discussion die Lehrlingsfrage, den ständigen Berathungsgegenstand ihrer Sitzungen seit mehreren Monaten, durch Annahme der Commissionsanträge zu einem vorläufigen Abschluss. Die Commission beabsichtigt, über ihre Thätigkeit, soweit dieselbe von allgemeinem Interesse ist, im nächsten Hefte dieser Zeitschrift zu berichten.

Sitzung vom 6. Juni 1882. Vorsitzender: Herr Fuess.

Nach Erledigung einiger geschäftlichen Mittheilungen und Vereinsangelegenheiten berichtet Herr Doerffel, unter Vorlegung einer interessanten, aus dem Brandschutt aufgelesenen Sammlung der Ueberreste von für die Ausstellung bestimmt gewesenen Instrumenten, über den Brand der Hygieneausstellung und über die Folgen dieses Ereignisses für die betheiligten Deutschen Mechaniker und Optiker. Es hatten sich im Ganzen einige 60 Firmen zur Beschickung der Ausstellung angemeldet, darunter einzelne für mehrere Gruppen zugleich, sodass die Ausstellung ein hübsches Bild des Standes unseres Gewerbszweiges darzubieten versprach.

Da nunmehr bestimmte Aussicht vorhanden sei, dass die Ausstellung in einem noch weit grossartigerem Maassstabe im nächsten Jahre wieder zu Stande kommen werde, so fordert der Vortragende die Herren Collegen auf, die neue Ausstellung fleissig zu beschicken. Gerade den Mechanikern und Optikern sei die Einsendung beinahe ihrer sämmtlichen Erzeugnisse ermöglicht, da diese letzteren fast unter allen Umständen in irgend einem Zusammenhang mit der Gesundheitslehre, der Gesundheitstechnik oder dem Rettungswesen ständen. Der Vortragende hebt ferner hervor, dass, entgegen den ausgesprengten Gerüchten,

die Brandschadenregulirung einen durchaus ruhigen und glatten Verlauf nehmen werde, da die Verträge mit den Versicherungsgesellschaften sehr vorsichtig formulirt worden seien und auch diese letzteren sich in jeder Weise entgegenkommend verhielten. Es sei übrigens nunmehr für die Collegen an der Zeit, mit ihren Ansprüchen an die Brandschadenregulirungscommission hervorzutreten. Glücklicherweise haben von den Berliner Collegen nur wenige starke Verluste erlitten, da sie zum grössten Theil ihre Schränke noch nicht eingeräumt hatten; auch seien entgegen den allgemeinen Erwartungen doch noch manche Sachen gerettet worden, so z. B. die Ausstellung von Boecker in Wetzlar, Stoehrer in Leipzig, Hess in Berlin. Andere Aussteller haben wenigstens einen Theil ihrer Gegenstände gerettet, z. B. Hartnack in Potsdam, Zeiss in Jena etc., während allerdings einige Firmen, wie Kapeller in Wien, Greiner in München, Kruess in Hamburg, Gebhardt in Berlin von grösseren Verlusten betroffen worden sind. Es war sogar trotz der Schnelligkeit, mit welcher der Brand um sich griff, möglich gewesen, einen Theil der bereits im Gebäude befindlichen Sachen dem Feuer direct zu entreissen. Von der Gewalt des Elementes geben die vorgelegten traurigen Ueberreste der schönen Mikroskope von Zeiss in Jena, der Spectralapparate von Kruess in Hamburg und viele andere Gegenstände ein beredtes Bild; zahlreiche geschmolzene Glasmassen, Spiegelscheiben, Objectivgläser, Prismen etc., geschmolzene Messingtheile, ja sogar das theilweise geschmolzene Schwungrad einer schweren Gaskraftmaschine liessen die Intensität der Hitze erkennen.

In der sich hieran anschliessenden Debatte wird von mehreren Seiten der Wunsch ausgesprochen, dass man versuchen möge, in der nächstjährigen Ausstellung wieder eine Collectiv-Ausstellung zu Stande zu bringen, wie sie im Jahre 1879 auf der hiesigen Gewerbeausstellung bestand. Herr Doerffel bemerkt hierzu, dass diesbezüglich noch keine Mittheilungen gemacht werden könnten, da für die bevorstehende neue Ausstellung auch eine Neubildung des Ausschusses in Aussicht stehe und ausserdem die diesmal als zu schwerfällig erkannte Gruppeneintheilung abgeändert werden würde. Von diesen Vorgängen würde es abhängig sein, ob ein Vorgehen in der angedeuteten Richtung von Erfolg sein würde oder nicht; man müsse sich daher zunächst noch gedulden.

Der Schriftführer: *L. Blankenburg.*

Journal- und Patentlitteratur.

Ueber ein neues Polariskop für die Beobachtungen von doppelbrechenden Körpern mit grossem Axenwinkel.

Von Dr. Hugo Schröder. Centr.-Zeit. f. Opt. u. Mech. 1882. Nr. 8.

Bekanntlich treten bei der Anwendung von Kalkspathprismen zur Herstellung des polarisirten Lichtes, auch wenn man zwischen beide Polarisationsprismen eine oder mehrere einfache Linsen einschiebt und dieselben als Collectivlinsen benutzt, verschiedene Uebelstände auf. Erstens ist das kaum $+60^0$ Luftwinkel erreichende Feld ein beschränktes, zweitens nimmt die Lichtstärke gegen den Rand des Gesichtsfeldes bedeutend ab und drittens leidet das Bild an einer ziemlich starken Verzerrung, so dass es schwer ist, sich einen richtigen Begriff von den oft sehr complicirten Curven der schönen Erscheinungen der Polarisation zu machen.

Es gelang Verf., die beiden ersten Uebelstände auf ein Minimum zu reduciren und zwar durch Construction zweier Condensatoren, welche sowohl mit homogener als auch nicht homogener Immersion, je nach Anwendung der Frontlinse und einer passenden Flüssigkeit, gewählt wurden. Zur richtigen Anwendung dieser Condensatoren waren folgende Bedingungen zu erfüllen: erstens mussten Immersionsflüssigkeiten und Medien für die Frontlinse gewählt werden, welche möglichst identisch mit der mittleren Brechungskraft der zu untersuchenden Krystallplatte waren, und zweitens mussten beide Condensatoren so justirbar in der Längsrichtung ihrer Axen sein, dass die äussersten in das Feld gelangenden Strahlen Scheitelwinkel bildeten. — Den Fehler der Bildverzerrung vollkommen zu beseitigen, gelang Verf. nicht.

Die Mittel für die Registrirung von Zeit-Beobachtungen.

Von M. Grössmann. Notizkalender für Uhrmacher 1882.

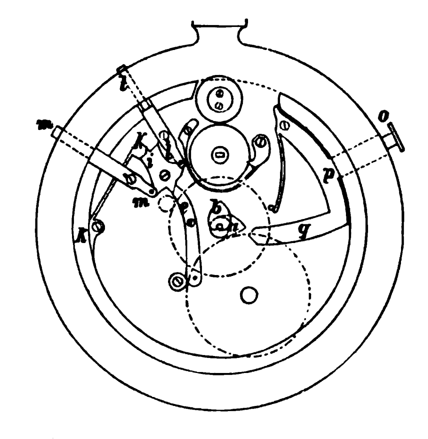
Der Verf., Herausgeber des Kalenders, giebt zunächst eine kurze Geschichte und Beschreibung der Taschenuhren, welche mit besonderen Einrichtungen zur genauen Beobachtung resp. Registrirung von Zeitpunkten oder -Intervallen versehen sind. Da aber alle diese Einrichtungen in Verbindung mit einer Taschenuhr den Raum für das eigentliche Werk sehr beengen und bei der nothwendigen, äusserst subtilen Ausführung den Preis der Uhr vertheuern, so hat der Verf. besondere Beobachtungsuhren im Formate von Taschenuhren construirt, welche bei verhältnissmässig geringem Preise ihren Zweck im Allgemeinen besser erfüllen werden, als die mit besonderen Einrichtungen versehenen Taschenuhren. Die 4 Hauptformen dieser Uhren, alle im Wesentlichen mit derselben äusseren Ausstattung, mit 45 mm grossem Zifferblatt, Aufzug am Bügel und drei Stunden in einem Aufzuge gehend sind folgende:

No. 1. entspricht den alten Chronoskopuhren. Durch einen ersten Druck wird die Uhr in Gang gesetzt, ein zweiter Druck hält den Gang an, der dritte Druck lässt den Secunden- und Minuten-Zeiger in die Nulllage zurückspringen.

No. 2 unterscheidet sich dadurch von No. 1, dass die drei verschiedenen Drucke nicht in demselben, sondern an verschiedenen Drückern ausgeführt werden. Um jeden Irrthum auszuschliessen, ist die Anordnung so getroffen, dass von den beiden Drückern, welche die Uhr in Gang setzen und anhalten, stets nur derjenige aus dem Gehäuse hervorsteht, welcher unmittelbar benutzt werden soll. Der dritte Drücker, welcher die Null-Stellung bewirkt, kann nach Belieben benutzt werden oder auch nicht, so dass im letzteren Falle gleichzeitig eine selbstthätige Summirung der beobachteten Zeitintervalle stattfindet.

Bei No. 3 fehlt der Minutenzeiger, bei No. 4 auch die Nullstellung.

Alle diese Uhren schlagen $^1/_5$ Secunden und gestatten daher nicht eine genauere Beobachtung als dieser Zeitgrösse entspricht. Der Verf. hat deshalb der No. 2 im Uebrigen ähnliche Uhren angefertigt, welche $^1/_{40}$ Secunden schlagen. Andere Uhren dieser Art, welche $^1/_{25}$ Secunden schlagen, dienen als akustische Entfernungsmesser im Feuergefecht, zur Beobachtung der Zeitdifferenz zwischen dem Aufblitzen eines feindlichen Geschützes und dem Hören des Knalls.



Zur Registrirung von bestimmten Zeitmomenten dienen die Punctirchronographen, bei welchen ein mit dem Secundenzeiger verbundener sehr zarter Zeiger bei jedem Drucke den augenblicklichen Stand des Secundenzeigers auf dem Zifferblatt durch einen Tintenpunkt markirt. Die Lage der Punkte kann man nach der Beobachtung in Ruhe ablesen und dieselben von dem emaillirten Zifferblatt leicht entfernen.

Wir geben beistehend nach dem Originale eine Skizze der oben erwähnten Form No. 2 des Verfassers. *m* und *l* sind die beiden oben erwähnten Drücker, welche auf die Wippe *i* wirken, die wegen des Druckes der Feder *t* nur zwei bestimmte Lagen annehmen kann. Mittels dieser Wippe und des Armes *e* wird das Anhalten und Ingangsetzen der Uhr bewirkt. Die Zurückführung auf die Nullstellung geschieht mittels des mit dem Knopfe *o* verbundenen Hebels *p*, indem dieser die beiden mit dem Secunden- und Minutenzeiger verbundenen herzförmigen Stücke *a* und *b* so lange dreht, bis er zum tiefsten Punkt der Herzcurve gelangt ist, welcher eben der Nulllage entspricht. *T.*

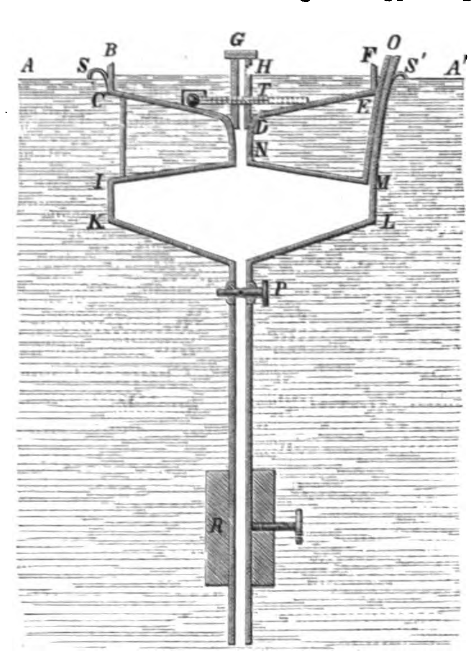
Ueber die Bestimmung der absoluten Grösse der Verdunstung von einer freien Wasserfläche, nach den Beobachtungen im Observatorium zu Pawlowsk.

Von E. Stelling. Petersburg 1882. Akademisch.

Um unter möglichst natürlichen Bedingungen Daten über die Grösse der Verdunstung von einer ausgedehnteren Wasserfläche zu erhalten, wurde auf dem Teich beim Observatorium in Pawlowsk bei Petersburg im Sommer 1878 ein schwimmendes Atmometer nebst Regenmesser auf-

gestellt. Nach einigen Verbesserungen des Instruments, welche dadurch nothwendig wurden, dass die Temperatur desselben von der Temperatur des Teichwassers oft sehr stark differirte, wurden regelmässige Beobachtungen angestellt, deren Resultate der Verf. mittheilt und discutirt.

Der Apparat in seiner schliesslich adoptirten Form besteht aus der Verdunstungsschale *BCDF*, deren oberer Rand durch einen genau gedrehten Messingring von bekanntem Durchmesser gebildet wird. In ein im Boden der Schale mündendes Rohr, welches in das untere Gefäss *IKLM* führt, durch dessen Auftrieb der ganze Apparat getragen wird, ist der inwendig hohle Stöpsel *GD* eingeschliffen, dessen seitlicher Ausschnitt bei *H* den Zweck hat, einem Ueberlaufen des Wassers über den Rand der Schale bei starken Niederschlägen vorzubeugen. Um in diesem Falle die Luft aus dem Gefässe *IKLM* entweichen zu lassen, ist der eine der die Schale mit dem Gefässe verbindenden Träger *ME* hohl und mündet bei *O* in die freie Luft. Dem Gefäss *IKLM* schliesst sich unten ein Rohr an, welches durch den Hahn bei *P* abgeschlossen werden kann und durch das Gewicht *R* beschwert ist. Um den Apparat vor gänzlichem Untersinken bei sehr starken Niederschlägen zu bewahren, liegt derselbe mittels der Haken *SS'* auf zwei über die Oberfläche des Wassers gespannten Drähten auf. Das Thermometer *T*, dessen Kugel durch einen Metallschirm geschützt ist, misst die Temperatur des Wassers. Vor der Beobachtung wird die Verdunstungsschale mit einem Liter reinen Wassers gefüllt, bei dem nächsten Beobachtungs-Termine liest man das Thermometer ab, zieht den Stöpsel *DG* heraus, so dass alles Wasser in das Gefäss *IKLM* fliesst, hebt das Instrument aus dem Wasser und lässt nach Abttropfen des die äussere Wand benetzenden Wassers durch Oeffnen des Hahnes *P* die Wassermasse in ein Maassglas fliessen. Neben dem beschriebenen Atmometer schwimmt ein Regenmesser von sonst ganz gleicher Einrichtung, bei welchem aber der Stöpsel *GD* durch ein kleines bei *D* befindliches Sieb ersetzt ist, sodass das Regenwasser sofort in das Gefäss *IKLM* fliesst. Die Menge des im Regenmesser enthaltenen Wassers ist von dem Wasser des Atmometers abzuziehen, um die verdunstete Wassermenge zu erhalten. *T.*



Accumulationsbatterie von H. Sutton.

Proceedings of the Royal Society. **33**, *Nr. 217. S. 187.*

Zu den von den französischen Physikern Planté und Faure construirten Secundärbatterien hatten u. A. die englischen Physiker Gladstone und Triebe Verbesserungen ersonnen, welche sich auf die geeignetste Form der Elektroden bezogen. Es ergab sich, dass in Spiralform zusammengerollte Platten am vortheilhaftesten sind.

Eine weitere Vervollkommnung in der Wahl der Elektroden fand H. Sutton darin, dass die Elektricitäts-Accumulation in Bleizellen durch Amalgamirung der positiven Bleiplatten mit Quecksilber bedeutend vergrössert wird, zumal wenn man als negative Elektrode ein Metall nimmt, dessen Oxyde in der benutzten Flüssigkeit löslich sind und auch in derselben wieder niedergeschlagen werden können. Nimmt man zur positiven Elektrode Blei, so wählt man vortheilhaft zur negativen Zink, Eisen oder Kupfer; als Flüssigkeit verwendet man eine Salzlösung des negativen Metalles. Die besten Resultate wurden erhalten, indem man eine amalgamirte Bleiplatte und eine Kupferplatte als positive bezw. negative Elektrode benutzte, die in Kupfervitriollösung tauchten. Beide spiralförmig zusammengerollten Bleche sind mit Löchern versehen und durch Kautschucklagen voneinander getrennt, die zum Zwecke besserer Circulation der Flüssigkeit etwa alle 10 cm eingeschnitten sind.

Während der Füllung der Batterie verbindet sich, wie in der Faure'schen, der Sauerstoff

der zersetzten Lösung mit dem Blei und führt die Bildung einer unlöslichen Schicht von Hyperoxyd auf demselben herbei, wohingegen der Wasserstoff das Kupfer in der Lösung ersetzt, so dass sich Kupfer abscheidet und auf der negativen Platte niederschlägt, wobei die sich immer heller färbende Lösung schliesslich zu Schwefelsäure wird. Die Einlegung von Kupfervitriolkrystallen verhindert die Oxydation der amalgamirten Bleiplatte, da die saure Lösung die Bildung von Hyperoxyd gestattet.

Geht die Entladung der Batterie vor sich, so wird das Hyperoxyd wieder reducirt und der Kupferniederschlag oxydirt; das Kupfer verbindet sich alsdann mit der Säure zu Kupfervitriol, dessen Bildung schon durch die bläuliche Färbung der hellen Lösung angezeigt wird. Die jedesmalige Färbung der Flüssigkeit giebt mithin ein Kennzeichen dafür ab, ob die Batterie geladen oder entladen ist.

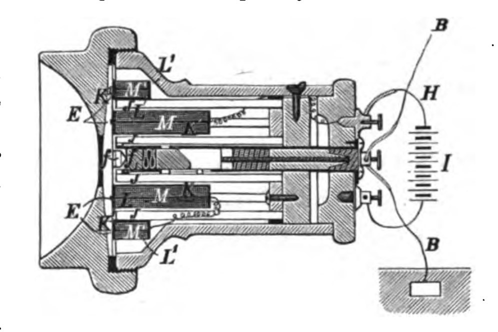
Das bei der Entstehung des Kupfersalzes auftretende knisternde Geräusch dürfte wahrscheinlich von der Zersetzung des Kupfers am negativen Pol in Verbindung mit einer Formveränderung der Spiral-Platten herrühren.

Die Batterie, deren innere Tiefe und Durchmesser von Sutton zu 100 mm gewählt ist, soll bei stundenlanger Constanz bedeutende Kraft entwickeln, die durch die Menge des zersetzten Kupfervitriols bedingt wird; so soll die Wirkung bei Benutzung von $^1/_4$ l Kupfervitriol während zwei Stunden gross genug sein, um Eisendraht von 25 mm Länge und 0,4 mm Stärke zum Glühen zu bringen. *B.*

Neuerung an Telephonen.

Von Samuel Russell in Brooklyn N. Y. D. R. P. 15635 vom 15. Juni 1880.

Das Telephon soll zugleich Aufgabe- und Empfangsinstrument sein. Es ist eine Contactvorrichtung (für die Aufgabe) und ein magnetisches System (für den Empfang) in dem Telephon vereinigt. Die erstere besteht aus der am Diaphragma befestigten Contactspitze f und dem durch eine Feder beeinflussten Contactstück f_1, das letztere setzt sich aus den Magnetstäben J und den sie umgebenden Inductionsrollen M bezw. M' zusammen. Diese Rollen bestehen je aus zwei Spulen K und L bezw. K' und L', von denen L und L' in die Hauptleitung B, dagegen K und K' in die Leitung H einer Localbatterie I eingeschaltet sind. Durch die Schwingungen der mit Membran E verbundenen Inductionsrollen M und M' werden in den Spulen L und L' circulirende Inductionsströme erzeugt. Diese Ströme gehen als primäre direct in die Leitung B, die durch die Contactvorrichtung und die Localbatterie I erzeugten Ströme von K und K' erzeugen in L und L' secundäre Ströme, die dann ebenfalls durch die Leitung B zum Empfangstelephon gehen.



Binoculares Mikroskop.

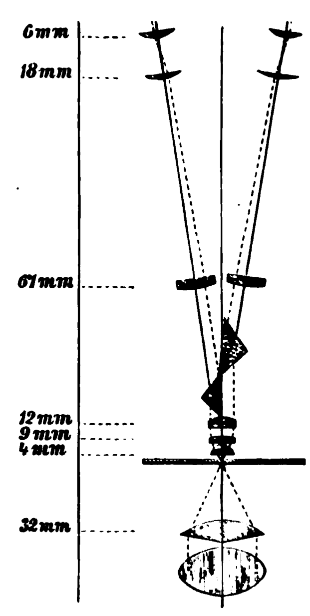
Von H. Goltzsch. Carl's Repertorium 18. S. 27.

Ueber ein nach neuem Princip construirtes binoculares Stereo-Mikroskop hatte Verf. bereits in einem früheren Jahrgange derselben Zeitschrift (Bd. 15 S. 653) Mittheilung gemacht. Jene Construction ist nunmehr durch eine andere verbesserte ersetzt worden, welche in Folgendem kurz skizzirt werden soll. Die Figur stellt die wesentlichsten Theile des Instrumentes einschliesslich des Beleuchtungsapparates dar.

Dicht über dem Objectiv, dessen Axe als senkrecht angenommen wird, ist ein rechtwinkeliges Prisma angebracht, dessen vorderer spitzer Winkel die Axe berührt, während die Hypotenusenfläche um $3^1/_2{}^\circ$ gegen dieselbe geneigt ist, so dass die eine Hälfte des aus demselben austretenden Lichtbündels durch Totalreflexion um 7° gegen die Axe abgelenkt wird. Dicht hinter diesem Prisma befindet sich ein zweites, etwas grösseres von gleicher Gestalt, das jedoch mit dem vorderen spitzen Winkel, unter gleicher Neigung, aber in entgegengesetzter Lage ein wenig über die Axe greift; letzteres Prisma lenkt die andere Hälfte des Strahlenbündels ebenfalls um 7°



von der Axe ab. Die beiden dergestalt unter einem Winkel von 14° nach oben divergirenden Lichtbündel erlangen etwa 8 Zoll über dem Scheitelpunkte ihres Winkels eine gegenseitige Entfernung, welche der mittleren Augendistanz gleichkommt. Durch zwei kleine innerhalb dieser Entfernung centrisch mit den secundären Axen angebrachte Fernrohre können beide Bilder gleichzeitig in binocularer Verschmelzung gesehen werden. Unter den secundären Axen werden die durch Brechung und Reflexion in den Prismen entstehenden Axen verstanden. In der Figur sind Hauptaxe und secundäre Axen durch starke ausgezogene Linien angegeben, durch punktirte dagegen der Gang der beiderseitigen Grenzstrahlen des centralen Bündels, zugleich mit Rückwärtsverlängerung bis zum Beleuchtungsspiegel.



Die Fernrohre haben achromatische Objective und Doppeloculare gewöhnlicher Art; sie sind ohne besonderen Auszug ein- für allemal für normale Augen auf unendliche Entfernung eingestellt und können durch einen gemeinsamen Trieb gleichzeitig längs ihrer Axen so weit verschoben werden, als zur Anpassung an abweichende Augenweiten nothwendig ist.

Die in der Figur dargestellte Beleuchtung besteht aus einer mit einem Planspiegel verbundenen Beleuchtungslinse. Dieselbe ist gewissermaassen eine Planconvexlinse, auf deren Planfläche zwei flache Prismen so aufgelegt sind, dass ihre dickeren Seiten in der Mittellinie zusammenstossen; diese Mittellinie ist den Kanten der Prismen im Mikroskop parallel. Die Gesichtsfelder werden durch diese Art der Beleuchtung gleichmässig von diffusem Licht in der nothwendigen Richtung erhellt, ohne dass ein Bild der Lichtquelle sich gleichzeitig mit dem Object-Bilde zeigen kann.

Eine genauere Beschreibung der einzelnen Theile würde uns hier zu weit führen. Wir verweisen bezüglich derselben, sowie der eingehenden Discussion der Beleuchtungseinrichtung und der Construction des Objectives auf das Original.

Ueber den Fehler beim Einstellen des Fadenkreuzes in die Bildebene.

Von Prof. Dr. W. Tinter. Sitzb. d. K. Akad. d. Wissensch. zu Wien. II. Abth. 1881. December.

Wir haben der Resultate dieser interessanten Arbeit schon in dem zweiten Hefte d. Jahrg. S. 74, einer kurzen Mittheilung im Anzeiger der Wiener Akademie folgend, Erwähnung gethan. Nun, da die Abhandlung selbst vorliegt, soll auf den wichtigen Gegenstand näher eingegangen werden.

Während bei den astronomischen Instrumenten das genaue Einstellen des Fadenkreuzes in die Bildebene nur einmal vorzunehmen ist, ändert sich bei den geodätischen Instrumenten die Lage des Bildes gegen das Objectiv mit der Entfernung des zu beobachtenden Gegenstandes; man muss demnach für jede Entfernung das Fadennetz in die Bildebene neu einstellen. Die hierbei zu erreichende Genauigkeit hat Prof. Tinter auf folgende Weise ermittelt.

Zu den Versuchen wählte Verf. vier Instrumente: einen grossen Theodolit, ein Tachymeter, ein Universal-Nivellirinstrument mit Fernrohr zum Durchschlagen und ein Nivellirinstrument gewöhnlicher Art. Dieselben sind in der unten folgenden Tabelle resp. mit J_4, J_3, J_2 und J_1 bezeichnet. Die Instrumente J_2, J_3 und J_4 haben Steinheils' achromatisches Doppelocular, Instrument J_1 hat ein Ocular nach Ramsden.

Mit der Ocularröhre wurde mittels einer Schraube ein Doppelarm verschoben, dessen eines Ende auf einen Fühlhebel wirkte, welcher gestattete, die jedesmalige Stellung der Ocularröhre, als auch des Fadenkreuzes bis auf 1.3^{μ} erkennen zu können. Vor jeder Beobachtungsreihe wurde das Ocular gegen das Fadennetz so gestellt, dass letzteres vollkommen deutlich erschien und dann erst wurde durch Verschieben der Ocularröhre das Fadennetz in die Bildebene eingestellt. Wenn beim ersten Anblicke Bild und Fadenkreuz zugleich deutlich gesehen wurde und keine Parallaxe erkannt werden konnte, wurde der Stand des Fühlhebels abgelesen. Ohne in das Fernrohr zu sehen, wurde dann die Ocularröhre verschoben, neuerdings eingestellt, der Fühl-

hebel abgelesen u. s. f. Jede Beobachtungsreihe umfasste, einige Ausnahmen abgerechnet, zehn solcher Einstellungen; aus den so erhaltenen Einzelwerthen wurde der Mittelwerth gebildet, nach der Methode der kleinsten Quadrate der wahrscheinliche Fehler einer Einstellung in Theilen der Angabe des Fühlhebels berechnet und endlich mit dem für jede Reihe bestimmten Verhältnisse eines solchen Theiles zur Längeneinheit der Betrag des wahrscheinlichen Fehlers in Längenmaass verwandelt.

Als Zielobject diente eine auf weissem Grunde in Centimeter getheilte Latte, welche in Entfernungen von 25 m, 86 m und 196 m aufgestellt wurde. Die drei verschiedenen Entfernungen wurden gewählt, um zu sehen, ob das für eine bestimmte Entfernung gefundene Gesetz der Abhängigkeit des Einstellungsfehlers von der Vergrösserung des Fernrohres auch für andere Entfernungen Gültigkeit behalte. Die Resultate der Beobachtungen sind in folgender Tabelle zusammengestellt:

Instr.	Brennweite	Oeffnung	Vergrösserung	Einstellungsfehler bei		
				26 m	86 m	196 m
	mm	mm		mm	mm	mm
J_1	245.0	26	16	0.0385	0.0380	0.0365
J_2	221.0	26	21	0.0358	0.0309	0.0290
J_3	186.0	33	28	0.0215	0.0215	0.0182
J_4	369.0	48	42			0.0151

Verf. zieht hieraus den Schluss: erstens, dass der Fehler beim Einstellen des Fadenkreuzes in die Bildebene der Vergrösserungszahl des Fernrohrs umgekehrt proportional ist und zweitens, dass die bei den verschiedenen Entfernungen mit einem und demselben Instrumente erhaltenen Werthe eine Abhängigkeit von der Entfernung nicht bestimmt erkennen lassen. — Im Mittel wird der Einstellungsfehler für die Vergrösserung 1 zu 0,619 mm erhalten.

Als Zielobject diente, wie schon erwähnt, eine auf einer Latte befindliche Centimetertheilung, also ein Gegenstand, dessen Theile in einer Ebene liegen, was für die Beobachtungen günstig genannt werden muss. Für die Beurtheilung der Genauigkeit der erhaltenen Resultate erschien es daher wünschenswerth, die Beobachtungen, wenigstens theilweise, für geänderte Verhältnisse zu wiederholen. Zu dem Zwecke wurde das eine Mal das Kreuz eines ca. 1050 m entfernten Thurmes, das andere Mal das Fadennetz eines Collimatorfernrohres als Zielobject genommen. — Die erhaltenen Resultate sprachen indess dieselbe Abhängigkeit des Einstellungsfehlers von der Vergrösserungszahl wie früher aus. Aus den Beobachtungen des Thurmkreuzes folgte ein etwas grösserer Einstellungsfehler — 0.753 mm für die Vergrösserung = 1. Verf. schreibt dies den weniger günstigen Umständen bei den Beobachtungen zu; die Visur ging nämlich sehr nahe über Dächer hinweg.

Zum Schlusse giebt Verf. dem aus dem gewonnenen Resultate entspringenden Wunsche Ausdruck, dass der mechanischen Vorrichtung, welche zum Verschieben der Ocularröhre bestimmt ist, noch grössere Sorgfalt als bisher zugewendet werden möge.

Es wäre vielleicht wünschenswerth gewesen, dass Verf. auch die Grössenverhältnisse der Ocularöffnungen angegeben hätte, da dieselben bei der definitiven Bestimmung des Einstellungsfehlers eine wohl nicht unwesentliche Rolle spielen.

Bestimmung der Dichtigkeit von Gasen.

Von G. Chancel. Compt. Rend. 94. S. 626.

Die in einem Glasballon enthaltene Luft wird durch einen eingeführten Gasstrom verdrängt. Hierauf gründet Verf. die folgende Einrichtung eines Apparates zur Bestimmung der Dichtigkeit von Gasen.

Der Glasballon *B*, mit einem inneren Volumen von 200—250 ccm, hat eine Oeffnung *f* von kleinem Durchmesser. Er wird durch einen hohlen Pfropfen geschlossen, der in seinem oberen Ende in einen engen Cylinder endigt, welcher einen Hahn *r* trägt. Im Inneren des Pfropfens ist in der Dicke der Wand ein gekrümmter Cylinder *d* befestigt, welcher bis auf einige Millimeter zum Boden des Ballons hinabreicht und dessen obere Oeffnung *o* mit der Oeffnung *f* des Ballons durch Drehen des Pfropfens in Coincidenz gebracht werden kann.



Sind die Constanten des Apparates, inneres Volumen des Ballons und Gewicht der entsprechenden Luftmenge genau untersucht, so kann die Dichtigkeit eines Gases auf folgende Weise bestimmt werden. — Nachdem der Hahn *r* geöffnet ist und die beiden Oeffnungen *o* und *f* coindiciren, wird *f* mittels eines Kautschukrohres mit dem Gasstrome in Verbindung gebracht. Das Gas gelangt auf den Boden des Ballons und verdrängt sehr rasch die Luft, welche durch die Oeffnung *e* des Pfropfens entweicht. Um die Temperatur des eintretenden Gases zu bestimmen, wird die Oeffnung *e* mit einem weiten Cylinder in Verbindung gebracht, in dessen Axe sich ein sehr empfindliches Thermometer befindet. Das Ganze wird in ein Holzgestell mit Glaswänden eingeschlossen.

Ist der Ballon mit dem Gas gefüllt, so werden die Angaben des Thermometers sowie des Barometers notirt, die Verbindung des Ballons mit dem Gasstrom unterbrochen und der Hahn *r* geschlossen. Endlich wird der Ballon gewogen.

Die Dichtigkeit des Gases ist dann:

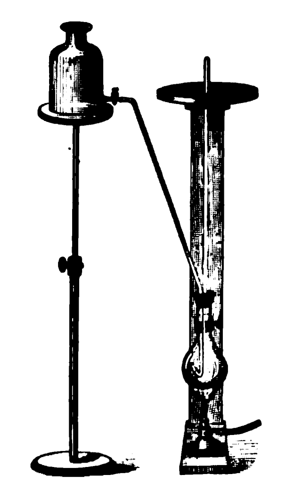
$$D = \frac{p\,(1 + 0.003665\,.\,t)\,.\,760}{V\,.\,0.001293\,H}$$

wo p das Gewicht, t die Temperatur des Gases, V das innere Volumen des Ballons und H der auf Null reducirte beobachtete Luftdruck ist.

Wenn das Gas leichter als die Luft ist, wird der Ballon an dem Gestell befestigt, wie es die Figur anzeigt. Ist dagegen das Gas schwerer als die Luft, so wird der Ballon in umgekehrter Stellung angebracht.

Ueber einen Apparat zur Darstellung des Geysirs.

Von G. Wiedemann. Wied. Ann. 15, S. 173.



Der vom Verf. angegebene, in beistehender Figur schematisch skizzirte Apparat ist eine Verbesserung des Apparates von J. Müller, namentlich insofern, als die Erhitzung, wie in der Natur, nur an einer Stelle stattfindet und die Eruptionen periodisch sind. Der Kolben, welcher durch einen Bunsen-Brenner erhitzt wird, fasst 500 ccm Wasser; die von ihm ausgehende Steigeröhre, welche in eine nicht zu enge Spitze ausläuft, ist etwa 70 cm lang und 1 cm weit. Das Rohr, welches den Zufluss kalten Wassers aus dem Reservoir vermittelt, und welches den Erdspalten in der Natur entspricht, ist 3—4 mm weit, und, um das Auftreffen des kalten Wassers auf den Boden des Kolbens zu vermeiden, nach oben gebogen. Das Niveau des Wassers im Reservoir liegt vor Beginn des Versuches etwas unterhalb der Oeffnung des verticalen Steigerohres. Bei geeigneter Regulirung der Gasflamme wiederholen sich die Eruptionen ohne jede Aenderung des Apparates in regelmässigen Perioden. *T.*

Kleinere Notizen.

Die erste Anwendung des elektrischen Glühlichts. The Nature. 1882. Mai 18.

Es wird ein Auszug aus einer Abhandlung des Sir William Grove mitgetheilt, welche für die Geschichte des elektrischen Lichts von Interesse ist. Die Abhandlung führt den Titel „Ueber die Anwendung des elektrischen Funkens zur Erleuchtung von Bergwerken“ und ist im „Philosophical Magazine 1845 Mai“ erschienen. Sie beginnt mit der Erwähnung eines Vorschlages von De la Rive, den elektrischen Funken zur Erleuchtung von Bergwerken zu benutzen, beschreibt den von ihm angewandten Apparat und die Schwierigkeiten, welche sich der praktischen Anwendung entgegen stellten, und fährt dann fort:

Ich wandte das elektrische Glühen eines Platina-Drahtes an. Wer einmal die Erhitzung eines Platina-Drahtes durch den elektrischen Strom, nahezu bis zum Schmelzpunkt, gesehen hat, wird sich eine Vorstellung von der ausserordentlichen Helligkeit des ausgestrahlten Lichts machen können. Mein Plan war, einen Platina-Draht in einem geschlossenen mit atmosphärischer Luft

oder einem anderen Gas gefüllten Behälter so nahe zum Schmelzpunkt wie möglich zu erhitzen; ich bediente mich dabei des folgenden Apparats: Eine Windung von Platina-Draht ist mit zwei Kupferdrähten verbunden, deren untere Theile, d. h. die am weitesten von Platina entfernten, gut gefirnisst sind. Die Kupferdrähte sind, aufrecht stehend, in einem Gefäss mit destillirtem Wasser befestigt; ein anderes, oben geschlossenes cylindrisches Gefäss wird so in das erstere gesetzt, dass sein offenes Ende auf dem Boden desselben ruht. Die hervorragenden Enden der Kupferdrähte sind mit einer Batterie verbunden. Das Glühen des Platina-Drahtes giebt nun ein ruhiges stetiges Licht, welches Stunden lang ohne Aenderung so lange brennt, als der Strom constant bleibt."

Die Abhandlung schliesst mit der Beschreibung von Experimenten über die Leuchtkraft dieser Lampe unter verschiedenen Bedingungen.

Augenblicks-Photographien fliegender Vögel. Von Prof. E. I. Marey. The Nature. 1882. Mai 25. aus „La Nature".

Prof. E. I. Marey hat einen ingeniösen Apparat erfunden, um Vögel im Fluge zu photographiren. Der Apparat hat die Form eines Gewehres, mit welchem die Vögel anvisirt werden. Der Lauf des Gewehres ist ein Tubus, welcher das photographische Objectivglas enthält; an Stelle des Schlosses ist eine Rotations-Einrichtung angebracht, welche in einer Secunde zwölf Umdrehungen macht und bei jeder Umdrehung zwölf empfindliche Platten vor dem Objectiv vorbeiführt; jede Platte ist nur $^1/_{720}$ Secunde der Wirkung des Lichts ausgesetzt. — Nach den mitgetheilten Illustrationsproben scheint der Apparat gute Resultate zu liefern.

Neue Form des automatischen Anzünders u. Auslöschers von P. Ranque. L'Électricien No. 19.

Der hier behandelte Apparat ist eine Vervollkommnung des von Maigret construirten, welcher im ersten Bande derselben Zeitschrift beschrieben ist. Diese Apparate haben den Vortheil, dass sie das Anzünden und Auslöschen einer Lampe durch successive Anwendung eines und desselben Stromschlusses ermöglichen. Zwei Leclanché-Elemente genügen, um den Apparat functioniren zu lassen, selbst wenn derselbe ca. 40 m von der elektrischen Batterie entfernt ist.

R.

Sichtbarmachung der Libelle eines Nivellirinstrumentes neben dem Fernrohrgesichtsfelde. Von R. Wagner in Wangen im Allgäu, Würtemb. D. R. P. 17209 v. 31. Juli 1881. Kl. 42.

Die Libelle ist neben und parallel der Fernrohraxe in einer Ausbauchung des Tubus placirt; gegenüber befindet sich ein Planspiegel, der dieselbe dicht neben dem Ocular sichtbar macht. Eine dort seitlich angebrachte Linse zeigt also das vergrösserte Bild der Libelle neben dem des Objectes.

Bestimmung der Lage von Knoten und Ausbauchungen schwingender Luftsäulen mittels manometrischer Flammen. Von A. Hurion. Journ. de Phys. 1882. März-Heft.

Zur Bestimmung der Lage von Knoten und Ausbauchungen schwingender Luftsäulen, werden gewöhnlich Pfeifen verwandt, welche seitlich manometrische Kästchen tragen, deren Flammen je nach dem von der Pfeife erzeugten Tone in Vibration gerathen. Verf. schlägt statt dessen vor, in die Pfeifen kleinere Röhren — von 4—5 mm Durchmesser — einzuführen, welche mittels eines Kautschuckschlauches mit einem manometrischen Kästchen in Verbindung stehen. Die zu untersuchende Pfeife legt Verf. horizontal und erzeugt die gewünschten Töne mittels eines Blasewerkes; eine Regulirvorrichtung bewirkt, dass der Ton während einer bestimmten Zeit constant bleibt. Die einzuführende kleine Röhre ist mit einer Marke versehen und wird längs eines getheilten Maassstabes bewegt. — Beim Eintritt der kleinen Röhre in die Oeffnung der Pfeife ist die Flamme unbeweglich, fängt jedoch bald an zu vibriren und geht bald durch ein Maximum, bald durch ein Minimum. Für eine gegebene Stellung der Röhre verschwinden die Auszackungen des Flammenbildes, um kurz darauf wieder zu erscheinen. Wenn der Ton intensiv ist, genügt eine Verschiebung von wenigen Millimetern, um das Verschwinden und Wiedererscheinen hervorzubringen. Bei schwachen Tönen erfolgt dies erst bei Verschiebungen von einigen Centimetern.

Die Erklärung, welche Verf. giebt, ist längst bekannt und schon in physikalische Lehrbücher übergegangen.

Vor Kurzem wurde in den „Comptes Rendus" **94,** S. 171. (Vergl. auch diese Zeitschrift **2,** S. 114.) zu demselben Zwecke die Construction einer mikrophonischen Sonde angegeben, welche in die zu untersuchende Pfeife eingeführt wird.



Elektrische Widerstände verschiedener Lösungen von Zinksalzen. Von Francis Jehl. Engineering 1882. Mai 12.

Verf. beschreibt seine über die elektrischen Widerstände verschiedener Lösungen von Zinksalzen angestellten Versuche und theilt deren Resultate mit. Wir beschränken uns auf einfache Wiedergabe der Tabellen.

Lösung von schwefelsaurem Zink.
1 Th. Wasser zu 1 Th. Zink.

Temp.	Widerstand in Ohms	Temp.	Widerstand in Ohms	Temp.	Widerstand in Ohms	Temp.	Widerstand in Ohms
2° C.	1.63	15° C.	1.02	28° C.	0.70	41° C.	0.54
3	1.50	16	1.00	29	0.68	42	0.53
4	1.39	17	0.98	30	0.66	43	0.53
5	1.30	18	0.95	31	0.64	44	0.53
6	1.25	19	0.92	32	0.62	45	0.52
7	1.21	20	0.89	33	0.61	46	0.52
8	1.19	21	0.87	34	0.59	47	0.51
9	1.17	22	0.84	35	0.58	48	0.51
10	1.15	23	0.81	36	0.57	49	0.50
11	1.13	24	0.79	37	0.56	50	0.50
12	1.10	25	0.76	38	0.55	51	0.50
13	1.07	26	0.74	39	0.55		
14	1.05	27	0.72	40	0.54		

Widerstand von schwefelsauren Zink-Lösungen verschiedener Stärke.

Lösung		Widerstand in Ohms	Temp.	Lösung		Widerstand in Ohms	Temp
H_2O	$ZnSO_4$			H_2O	$ZnSO_4$		
10	13	0.83	25	10	8	0.71	25
10	12	0.78	25	3	2	0.74	25
10	11	0.75	25	10	5	0.82	25
10	10	0.76	25	10	4	0.85	25
10	9	0.77	25	10	3	0.87	25

Lösung von Zinkchlorid.
Spec. Gew. 1,075.

Temp.	Widerstand in Ohms	Temp.	Widerstand in Ohms	Temp.	Widerstand in Ohms	Temp.	Widerstand in Ohms
6° C.	0.815	16° C.	0.57	26° C.	0.41	36° C.	0.32
7	0.785	17	0.55	27	0.40	37	0.32
8	0.75	18	0.54	28	0.38	38	0.31
9	0.72	19	0.53	29	0.37	39	0.31
10	0.69	20	0.50	30	0.35	40	0.30
11	0.67	21	0.48	31	0.34	41	0.30
12	0.65	22	0.47	32	0.33	42	0.29
13	0.63	23	0.45	33	0.33	43	0.28
14	0.61	24	0.44	34	0.33	44	0.28
15	0.59	25	0.42	35	0.32		

Lösung von essigsaurem Zink.
Spec. Gew. 1,085.

Temp.	Widerstand in Ohms	Temp.	Widerstand in Ohms	Temp.	Widerstand in Ohms	Temp.	Widerstand in Ohms
1° C.	3.80	8° C.	2.95	15° C.	2.43	22° C.	2.10
2	3.75	9	2.86	16	2.37	23	2.08
3	3.52	10	2.77	17	2.31	24	2.06
4	3.37	11	2.70	18	2.23	25	2.04
5	3.25	12	2.61	19	2.18		
6	3.15	13	2.55	20	2.15		
7	3.04	14	2.49	21	2.12		

Luftprüfer und Anzeiger für Nachtfrost, Gewitter, Hagel und Wind. Von W. Klinkerfuess in Göttingen. D.R.P. 17450 v. 14. Mai 1881. Kl. 42.

Der kleine Apparat soll gleichzeitig die Thaupunktstemperatur und die relative Feuchtigkeit der Luft selbstthätig anzeigen, aus welchen beiden Angaben sowohl die Gefahr eines Nachtfrostes, nämlich wenn sich der Thaupunkt in die Nähe von 0° oder darunter befindet, als auch die von Gewittern, nämlich wenn der Thaupunkt der mittleren Temperatur der Jahreszeit nahekommt oder dieselbe übersteigt, mit einiger Wahrscheinlichkeit erkannt werden kann. Ein Menschenhaar läuft in der üblichen Weise über eine horizontale Rolle, die zugleich die Axe eines doppelarmigen Hebels bildet. Das eine Ende dieses Hebels läuft in einen Zeiger aus, der in der gewöhnlichen Weise auf einer Scale die relative Feuchtigkeit anzeigt, während an dem anderen Ende in tangentialer Stellung ein kleines Thermometer befestigt ist, welches bei den Drehungen der Rolle an einer zweiten Scale hin und hergeführt wird, deren Eintheilung so beschaffen ist, dass das Ende des Quecksilberfadens auf ihr den Thaupunkt angiebt.

Hydrostatischer Lothapparat. Von L. von Bremen & Co. in Kiel. D.R.P. 17449 v. 5. Mai 1881. Kl. 42.

In den schweren Lothkörper ist eine Flasche mit elastischen Wänden derart eingefügt, dass sie dem Druck des Wassers ausgesetzt ist. Das Ganze hängt an einer als Leine dienenden biegsamen Leitungsröhre aus möglichst unelastischem Material, welche mit der Flasche druckdicht verbunden ist. Röhre und Flasche sind mit unelastischer Flüssigkeit gefüllt, aus deren Stand im Rohre auf den Wasserdruck am Meeresboden und somit auf die Wassertiefe geschlossen werden kann. Uns scheint jedoch die Herstellung einer solchen Röhre aus hinreichend unelastischem Material eine unlösbare Aufgabe zu sein und die ähnliche Lösung der Aufgabe durch Thomson (vergl. diese Zeitschr. **2**, S. 39) den Vorzug zu verdienen.

Photographischer Apparat mit doppeltem Linsensystem nebst Stativ. Von A. Loiseau und J. B. Bonnaud in Paris. D.R.P. 17293 v. 16. März 1881. Kl. 42.

Doppelgläser, wie Operngläser, Marinegläser etc. werden so eingerichtet, dass sie leicht in einen photographischen Reiseapparat umgewandelt werden können. Man kann hierbei so verfahren, dass man das concave Ocular abschraubt und den photographischen Apparat so ansetzt, dass das Objectiv des Fernrohrs auch als photographisches Objectiv dient, oder man kann das Ocular des Fernrohrs durch ein photographisches Objectiv ersetzen und an Stelle des Fernrohrobjectives den die lichtempfindliche Platte enthaltenden Kasten anbringen.

Neuerungen an Brillen und Pince-nez. Von J. J. Marshall in Frankfurt a. M. D.R.P. 17892 v. 17. Mai 1881. Kl. 42.

Die Erfindung bezieht sich auf die Anordnung verschiedener Gelenke an Brillen etc., um zu ermöglichen, dass die Gläser durch Wegdrehen, Emporschlagen oder Herunterklappen von den Augen entfernt werden können, ohne die Brille oder das Pince-nez abzunehmen

Für die Werkstatt.

Säurebeständiger Ueberzug auf Eisen. Maschinenbauer, 1882. Heft 11

Dr. W. Wolters stellt durch Einwirkung von concentrirter Schwefelsäure auf pyroschwefelsaure Alkalien unter Erwärmung einen Ueberzug für eiserne Gegenstände her, dessen Unangreifbarkeit gegen Säuren sogar bei Eisengefässen, in denen Schwefelsäure concentrirt wird, gewahrt bleibt. *B.*

Verfahren um Glas zu durchbohren. Maschinenbauer, 1882. Heft 13.

Um Löcher in Glas zu bohren, verwendet man mit Vortheil lanzettförmige Stahlbohrer, deren Härte durch Eintauchen in Quecksilber bei weissglühendem Zustande aussergewöhnlich erhöht wird. Als Schmiermittel beim Bohren empfiehlt sich eine gesättigte Lösung von Kampher in Terpentinöl. *B.*

Vergoldung von Stahl. Techniker 1882. Heft 14.

Um stählerne oder verstählte Gegenstände zu vergolden, benutzt man eine Goldsalzlösung in Aether. Das Gold wird in Salpetersäure gelöst und die Flüssigkeit eingedampft; der Rückstand wird sodann wieder in Wasser aufgelöst und nach Hinzufügung der dreifachen Menge Schwefel-

äther in einer dicht verschlossenen Flasche 24 Stunden aufbewahrt. Die Goldlösung scheidet sich dann, auf dem Wasser schwimmend, ab.

Die Stahlgegenstände werden nun in die Lösung hineingebracht und überziehen sich sofort mit einer Goldschicht; weisen die ersteren Gravuren oder andere Ornamente auf, so erscheinen diese stahlblank auf goldenem Grunde. *B.*

Schutz von Messinggegenständen vor dem Oxydiren. Maschinenbauer, 1882. Heft 16.

Um Messinggegenstände aller Arten vor dem Oxydiren (Anlaufen) zu schützen, ohne das Aussehen derselben, insbesondere den Metallglanz zu beeinträchtigen, werden verschiedene Weingeistlösungen angegeben.

1. 5 Theile Weingeist und 1 Theil weisser Schellack,
2. 7 Theile Weingeist, 1 Theil Mastix und 1 Theil weisser Schellack,
3. 50 Theile Weingeist, 2 Theile Sandarak, 8 Theile weisser Schellack und 1 Theil venetianischer Terpentin,
4. 64 Theile Weingeist, 12 Theile Sandarak, 6 Theile Mastix, 2 Theile Elemi und 1 Theil venetianischer Terpentin.

Die Gegenstände werden vor dem Ueberziehen mit diesen Lacken sorgfältig gereinigt und auf etwa 95° erwärmt bis der sogenannte „Beschlag" verschwunden ist. *B.*

Sprechsaal.

Wir erhielten folgende Zuschrift: „In der Inhaltsangabe des ersten Bandes der Zeitschrift für Instrumentenkunde findet sich ein „telegraphisches Kymometer". Es soll dies wohl ein „Fluthmesser" sein? Sollte es denn nicht endlich möglich werden, dass in Zeitschriften, welche doch nicht nur für „Gelehrte", sondern auch für „zu Belehrende" geschrieben wird, die entbehrlichen Fremdwörter (es giebt auch unentbehrliche Fremdwörter) weggelassen würden? Die leidige Fremdwörtersucht verdirbt in unserer deutschen Literatur viel und ist der grösseren Verbreitung von Schriften oft hinderlich. Und oft verbirgt dieses Verstecken hinter Fremdwörtern doch nur die Sucht, gelehrt zu erscheinen. **Z. in B.**"

Auch wir sind der Ansicht des Herrn Einsenders, dass mit Fremdwörtern sehr häufig Missbrauch getrieben wird, und schliessen uns seinen auf Abstellung dieser Missbräuche gerichteten Wünschen durchaus an. Allein gerade die als Beispiel aufgeführte Bezeichnung dürfte doch nicht ohne Weiteres zu den unentbehrlichen Fremdwörtern zu rechnen sein, wiewohl sie allerdings eine erst ganz neu eingeführte zu sein scheint. Es herrscht in der Wissenschaft nun einmal das — nach unserer Meinung auch durchaus zu billigende — Bestreben, für neue Gegenstände und Begriffe, welche aller Voraussicht nach eine bleibende Bedeutung für den betreffenden Zweig der Forschung erlangen werden, einen Namen zu wählen, welcher geeignet ist, unverändert in alle lebenden Sprachen überzugehen und so dazu beizutragen, dass die technischen und Gattungs-Ausdrücke des betreffenden Forschungszweiges bei allen Culturvölkern möglichst gleichlauten. Dass hierbei mit Vorliebe zu den überall bekannten alten Sprachen und besonders zu der für neue gedrängte Wortbildungen so bequemen griechischen Sprache gegriffen wird, ist von diesem Gesichtspunkte aus gleichfalls nur zu billigen. An den lateinischen Sternbildbezeichnungen, an den lateinischen Gattungs- und Speciesnamen der Botanik und Zoologie, an welchen aus ähnlichen Erwägungen von Alters her festgehalten wird, nimmt wohl Niemand Anstoss, warum verwandte Bestrebungen nicht auch in anderen Zweigen der Forschung gutheissen? Uebrigens hält sogar das grosse Publikum oft mit Zähigkeit an den internationalen Fremdwörtern und zwar selbst in Fällen fest, wo der Gegenstand dem öffentlichen Verkehr angehört und für ihn eine officielle deutsche Bezeichnung von der Behörde eingeführt ist und aufrecht erhalten wird. So sagt in Deutschland Jedermann, wenn er nicht geradezu anders muss, „Telephon", obgleich die officielle deutsche Uebertragung „Fernsprecher" den Gegenstand vielleicht noch glücklicher und correcter bezeichnet, als das Original. — Hiermit soll jedoch keineswegs in Abrede gestellt werden, dass auch dieses an sich gerechtfertigte Bestreben zuweilen übertrieben und gemissbraucht wird. D. Red.

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Buchdruckerei von Gustav Schade (Otto Francke) in Berlin N.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Geschäftsführender Ausschuss der Herausgeber:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. **H. Landolt**, Vorsitzender. **R. Fuess**, Beisitzer. Reg.-Rath Dr. **L. Loewenherz**, Schriftführer.

Redacteur: Dr. Georg Schwirkus.

II. Jahrgang. **Juli 1882.** Siebentes Heft.

Van Rysselberghe's allgemeiner Meteorograph.

Von

Dr. **Leopold Levy** in Berlin.

Der vom Professor van Rysselberghe in Brüssel construirte allgemeine Meteorograph gehörte zu den bedeutsamsten der auf der Pariser Elektricitätsausstellung vertretenen wissenschaftlichen Apparate. Derselbe ist zwar bereits in den Berichten über die Ausstellung wissenschaftlicher Apparate zu London im Jahre 1876 von den Herren Neumeyer und Schreiber eingehend behandelt, hat aber seitdem so wesentliche Abänderungen, auch solche von principieller Bedeutung erfahren, dass eine Beschreibung in seiner jetzigen Form in dieser Zeitschrift wohl berechtigt sein dürfte. Der Apparat umfasst eine ganze Reihe von selbständigen Instrumenten, deren Zusammengehörigkeit nur darin besteht, dass sie einen gemeinsamen Registrirapparat besitzen. Der augenblickliche Stand eines Psychrometers, eines Regenmessers, einer Windfahne, eines Barometers, sowie die mittlere Geschwindigkeit des Windes in der zwischen zwei Beobachtungen verflossenen Zeit werden selbstthätig in Intervallen von 10 Minuten auf dem Mantel eines vertical stehenden Cylinders elektrisch durch eine Art von Morseschreiber nach einander so registrirt, dass sämmtliche Aufzeichnungen bei Abwickelung des Mantels neben einander auf einer geraden Linie liegen. Der Registrircylinder macht, von einem eigenen Laufwerk getrieben, in Abständen von 10 Minuten in Folge einer durch eine Uhr auf elektrischem Wege vermittelten Auslösung einer Hemmung je eine Umdrehung, welche etwa eine Minute dauert, während welcher Zeit sämmtliche Registrirungen erfolgen. Der Cylinder ist mit einer mit Kupferstechergrund belegten Kupferplatte überzogen; demselben gegenüber wird von einer der Cylinderaxe parallelen Schraube ein Elektromagnet getragen, dessen Anker einen Schreibstichel führt. Für gewöhnlich ist der letztere durch eine Feder zurückgezogen; beim Durchgange eines Stromes durch den Elektromagneten wird er an den Cylinder angedrückt und reisst eine Spur in den Kupferstechergrund, die dann durch geeignete Behandlung den directen Abdruck der Registrirungen ermöglicht. Die Befestigung des Elektromagneten an der ihn tragenden Schraube ist eine solche, dass derselbe bei einer Drehung der Schraube in bestimmter Richtung sich senkt. Durch die Uhr wird nun kurz vor jeder Auslösung des Laufwerks des Cylinders eine solche Drehung der Schraube um einen bestimmten Winkel und damit eine Senkung des Elektromagneten um eine bestimmte Strecke bewirkt, dass die Registrirungen der aufeinander folgenden Beobachtungscomplexe untereinander eingerissen werden. Nach je zwei Stunden ist die Senkung

des Elektromagneten eine etwas grössere, so dass also die Gruppen von je 12 Beobachtungen etwas von einander abgesetzt sind. Die Theile der Apparate, welche durch Schliessung oder Oeffnung des den registrirenden Schreibstichel beherrschenden Stromes die eigentliche Prüfung des augenblicklichen Standes der einzelnen Apparate besorgen, werden durch rein mechanische Verbindungen von dem Registrircylinder selbst bewegt. Es sind dies gezahnte Stangen, welche durch die Drehung des Cylinders vertical abwärts und aufwärts geschoben werden. Zu diesem Zwecke trägt die Axe des Cylinders zwei horizontale gezahnte Halbräder in einem gewissen Abstand von einander; die Zähne des unteren sind nach oben, die des oberen nach unten gerichtet. In diese Zähne greift ein Zahnrad so ein, dass es zunächst auf den Zähnen des unteren Halbrades in der einen Richtung rollt, dann aber von denjenigen des oberen Halbrades erfasst wird und die entgegengesetzte Drehung auszuführen gezwungen wird. Auf der Axe dieses Zahnrades und parallel zu demselben sitzt ein zweites, welches in eine Zahnstange eingreift und dieselbe durch seine Drehung in der einen Richtung vertical abwärts, dann durch die entgegengesetzte Drehung um die gleiche Strecke vertical aufwärts schiebt. Die Zahnstange trägt nun einen Contact für den zugehörigen Apparat und beherrscht so das Spiel des den Registrirstichel tragenden Elektromagneten.

Mit dem Beginn der Bewegung des Cylinders wird ein Strom durch den Elektromagneten gesandt und so ein horizontaler Bogen auf den Kupferstechergrund gezeichnet; derselbe besteht in Folge des Spieles eines Stromunterbrechers aus einer Folge von einzelnen Punkten. Der letztere wird von zwei übereinander liegenden Rädchen gebildet, von denen das eine einen glatten Rand besitzt, das andere theilweise gezahnt ist. Gegen die Ränder beider Rädchen drücken Contactfedern; die den gezahnten Rädchen gegenüberstehende Feder trägt ein Isolirstück, so dass ein hindurchgehender Strom unterbrochen wird, wenn dasselbe einem Zahne gegenübersteht, anderenfalls der Contact hergestellt ist. Die Unterbrechungsrädchen machen mit dem Registrircylinder die gleiche Bewegung.

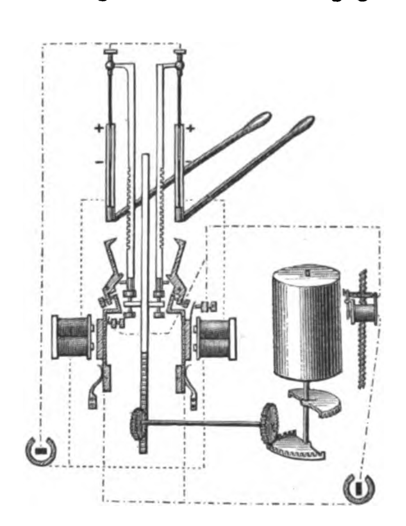


Fig. 1.

Zunächst erfolgt nun die Registrirung der Temperatur bezw. des Feuchtigkeitsgehaltes der Luft (s. Fig. 1). In zwei offene Thermometer, die anfangs horizontal laufen, dann senkrecht nach oben gebogen sind, senken sich zwei von der mit dem Registrircylinder verbundenen Zahnstange mittels je eines weiteren gezahnten Stäbchens getragene Sonden. Diese sowie das Quecksilber der Thermometer stehen mit einer Localbatterie und mit je einem Elektromagneten in Verbindung. Die letzteren haben nun zwei verschiedene Aufgaben: sie heben einmal durch Eingreifen ihrer mit Haken versehenen Anker in das die Sonde tragende gezahnte Stäbchen in dem Augenblicke, wo durch die Abwärtsbewegung der Zahnstange die zugehörige Sonde das Quecksilber berührt, die letztere ab, so dass ein weiteres Eindringen derselben in das Quecksilber und damit Unzuträglichkeiten beim Wiederherausziehen

vermieden werden, andererseits dienen diese Elektromagneten als Relais für die den Registrirstichel treibende Hauptbatterie. Der Stromkreis des letzteren verzweigt sich nämlich so, dass er durch beide Elektromagnete geht, wobei der Zweig, welcher zum trockenen Thermometer gehört, geschlossen ist, so lange der zugehörige Elektromagnet noch ausser Thätigkeit ist, der andere dagegen geschlossen wird, sobald der zugehörige Elektromagnet in Folge des Stromschlusses im Thermometer seinen Anker anzieht. Somit zieht der Stichel seine Spur auf dem Cylinder, bis die erste Sonde das Quecksilber erreicht und bleibt dann zurückgezogen, bis die zweite Sonde die Flüssigkeit berührt. Hierdurch wird der Registrirstrom wiederum geschlossen, bis bei einer bestimmten Stelle der Drehung des Cylinders nun die endgültige Unterbrechung des Stromes und Ausschaltung des Psychrometers durch den Motor selbst erfolgt. Damit ist zugleich ein Nullpunkt für die Auszeichnung gegeben. Aus der Länge der verzeichneten Bogen ergiebt sich der Stand beider Thermometer unmittelbar.

Nach der Registrirung des Psychrometers erfolgt diejenige des Regenmessers. Der in einem Trichter aufgefangene Niederschlag fällt auf ein wippendes Gefäss, das nach Aufnahme von je 10 g Wasser, was einem Niederschlage von 0,1 mm entspricht, umschlägt und dabei einen elektrischen Strom schliesst. Der Anker eines durch denselben erregten Elektromagneten schiebt ein Zahnrad um einen Zahn weiter. An der Axe des Zahnrades ist ein Cylinder befestigt, der einen in einer Schraubenlinie abgeschnittenen metallischen Kamm trägt. Ein Daumen der durch Bewegung des Registrircylinders aufsteigenden Zahnstange schliesst den Hauptstrom, sobald er diesen Kamm erreicht. Aus der Länge der aufgezeichneten Linie, die der Länge des Weges des Contactdaumens auf den metallischen Kamm entspricht, ergiebt sich der Winkel, um welchen der Cylinder in der Zwischenzeit gedreht ist, und damit die Menge des gefallenen Niederschlages.

Nach Unterbrechung des durch den Regenmesser erregten Stromes wird derselbe wiederum geschlossen, sobald der Daumen der Zahnstange einen mit der Wetterfahne in Verbindung stehenden Contact erreicht. Mit der Axe der letzteren ist eine horizontale Scheibe fest verbunden, auf der neun Contactfedern schleifen. Die eine derselben leitet den Strom vom Element zur Platte, die anderen sind den acht Hauptwindrichtungen entsprechend in gleichen Abständen angeordnet und endigen in Contactstücken so, dass sie nach einander von der beweglichen Zahnstange getroffen werden. Auf der Scheibe ist ausserdem ein isolirendes Ringstück angebracht, das stets von einer oder auch gleichzeitig von zwei Contactfedern getroffen werden muss. Der Strom wird also durch alle Contactstücke geschlossen mit Ausnahme von dem, welches der augenblicklichen Windrichtung entspricht, bezw. von den beiden, welche einer Zwischenrichtung entsprechen.

Bei einer bestimmten Stellung des Registrircylinders wird der Strom wiederum automatisch geschlossen, bis derselbe durch die Sonde des Barometers unterbrochen wird. Letzteres ist ein Heberbarometer, in dessen offenen Schenkel sich die von der Zahnstange getragene Sonde einsenkt. Durch Berührung der Sonde mit dem Quecksilber wird ein Localstrom geschlossen, der durch ein Relais den Registrirstrom unterbricht. Die Höhe des Barometerstandes über einem beliebig gewählten Nullpunkt ist also der Länge der Stichelspur proportional. Der Localstrom wird durch einen vom Motor abhängigen Unterbrecher in dem Augenblicke unterbrochen,



wo die Sonde ihre tiefste Stellung erreicht hat, und dadurch ein Oeffnungsfunke beim Austritt der Sonde aus dem Quecksilber vermieden. Diese Vorsicht ist nöthig, um die Oxydation des Quecksilbers durch den Funken zu verhindern.

Zuletzt wird die Geschwindigkeit des Windes auf dem Cylinder verzeichnet. Die Axe eines Robinson'schen Anemometers durchsetzt eine isolirende Scheibe, die den mit dem einen Pol einer Batterie verbundenen, gegen das auf der Scheibe sitzende isolirende Rädchen R gedrückten Metallhebel KL (Fig. 2) trägt. Gegen das auf dem letzteren sitzende Glasstück J drückt eine mit dem zweiten Pole der Batterie verbundene Contactfeder. Die Axe des Schalenkreuzes trägt nun an einem vorspringenden Daumen ein Metallstück MN, das durch Vermittelung eines zweiten Rädchens gegen die Feder r drückt und dieselbe beim Passiren des Rädchens R anspannt. Bei jeder Umdrehung des Schalenkreuzes wird das Ende L des Hebels KL vermöge des Rückstosses der Feder r für einen Augenblick an die Contactfeder gedrückt und ein Strom geschlossen. Dieser erregt einen Elektromagneten, dessen Anker ein gezahntes Rädchen bei jedem Stromschluss um einen Zahn weiterschiebt. Durch eine an der Axe desselben sitzende Schraube ohne Ende wird ein Zahnrad, das nur durch sanfte Reibung auf seiner Axe gehalten wird, ebenfalls um einen Zahn weitergeschoben. In das letztere Zahnrad greift eine Zahnstange, die durch die Drehung desselben gehoben wird. Die Stange trägt an der entgegengesetzten Seite einen Daumen, der von der sich abwärts bewegenden Zahnstange des Registrirapparates erfasst und wieder bis zur Nullstellung heruntergezogen wird. Während dieser Bewegung ist der Registrirstrom geschlossen. Die Länge des so auf dem Registrircylinder verzeichneten Bogens ist der Anzahl der in der zwischen zwei Beobachtungen verflossenen Zeit erfolgten Umdrehungen des Schalenkreuzes, also der mittleren Windgeschwindigkeit, proportional.

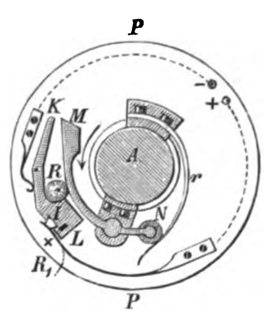


Fig. 2.

Soll der Apparat den Anforderungen genügen, soll man wirklich aus der Länge der auf dem Cylinder verzeichneten Bogen auf den Stand der einzelnen Theilapparate schliessen können, so ist das erste Erforderniss, dass der Registrircylinder mit absolut gleichförmiger Geschwindigkeit rotirt. Es war also ein Regulator erforderlich, der eine wirklich isochrone Bewegung sicherte. War derselbe vorhanden, so stand nichts mehr im Wege, mehrere synchrone Motoren anzuwenden und so die für die Meteorologie gewiss wichtige Aufgabe zu lösen, gleichzeitig an mehreren beliebig entfernten Orten die Beobachtungen mehrerer Stationen zu registriren. In der That hat van Rysselberghe, um die Durchführbarkeit der Telemeteorographie mit Hülfe seines Apparates zu erweisen, während der Dauer der Ausstellung in Paris die Brüsseler Beobachtungen registriren lassen.

Der Erfinder hat nun zunächst durch Abänderung des Watt'schen Regulators zur Construction eines vollkommen astatischen Regulators gegriffen, d. h. eines solchen, bei dem die regulirenden Massen sich auf einem Rotationsparaboloid zu bewegen gezwungen sind. Dieser rein parabolische Regulator ist in den „Bulletins de l'Acad. Roy. de Belgique" (Jahrgang 1878) beschrieben, ist jedoch wieder verlassen worden, da an demselben wenigstens vier Gelenke nothwendig waren, was in Folge der Reibung in den Gelenken die Sicherheit des Ganges beeinträchtigt.

Van Rysselberghe hat statt dessen einen elliptischen Regulator construirt, dessen Leitellipse sich der Parabel ausserordentlich nahe anschliesst, und hat durch Anbringung von Ausgleichsgewichten die Astasie möglichst nahe zu erreichen gesucht.

Der in dem beschriebenen Apparate verwendete Regulator (Bulletins de l'Acad. Roy. de Belgique 1880) unterscheidet sich nur darin von dem alten Watt'schen, dass die Kugeln nicht auf den oberen Schenkeln des Parallelogramms angebracht sind, sondern auf den unteren. Soll sich die Leitellipse einer Parabel nähern, so muss wie eine leichte Rechnung ergiebt, der dem unteren Gelenk näher liegende Theil des die Kugel tragenden Schenkels zu dem anderen in möglichst kleinem Verhältniss stehen. Bei der von van Rysselberghe gewählten Länge der Parallelogrammseite von 150 mm giebt die Entfernung von 17,65 mm der Kugel von dem unteren Gelenke schon eine sehr befriedigende Annäherung der Leitellipse an eine Parabel. Doch werden auch die noch bestehenden Unterschiede zwischen den Ordinaten beider Curven ausgeglichen. Statt der unteren Hülse ist als Gelenk die Hälfte eines Watt'schen Parallelogramms gewählt, mit dem ein Arm verbunden ist, der ein Ausgleichsgewicht trägt. Letzteres wird bei Hebung des Regulators auswärts gebogen und vermehrt so den Widerstand gegen die Kreisbewegung. Um den Regulator in Stand zu setzen, auch grössere Kraftüberschüsse des Motors aufzunehmen, ist mit demselben noch ein durch den Regulator mittels eines in ein Zahnrad greifenden gezahnten Sectors verstellbares System von Windflügeln verbunden. In der tiefsten Stellung des Regulators liegen die Flügel horizontal, liefern also keinen Widerstand; hebt sich die Kugel des Regulators in Folge von Kraftüberschuss des Motors, so werden die Flügel mehr oder weniger gegen die Horizontalebene geneigt, und so wird Widerstand von erforderlicher Grösse eingeschaltet. Um etwaigen störenden Temperatureinflüssen zu begegnen, sind die Theile der die regulirenden Massen tragenden Parallelogrammstäbe aus Metallen hergestellt, deren verschiedene Ausdehnungen eine Compensirung bewirken. Durch Lagenveränderung kleiner Regulirungsmassen lässt sich die Geschwindigkeit des Motors beliebig verändern; für kleine Aenderungen kann auch eine Neigung der Rotationsaxe verwendet werden.

Gegen die Anwendung des astatischen Regulators könnte nun eingewendet werden, dass derselbe sich in der Maschinentechnik keineswegs bewährt habe. Allein hier liegt der Grund darin, dass der Regulator nicht etwa wie im vorliegenden Falle durch Veränderung seines eigenen Widerstandes regulirend wirkt, sondern durch Veränderung der bewegenden Kraft der Maschine, nämlich durch Vergrösserung oder Verkleinerung der Dampf- resp. Wasserzuführung. Der astatische Regulator, der bei der geringsten Geschwindigkeitsänderung der Maschine um eine unendliche Grösse aus seiner Gleichgewichtslage sich zu entfernen strebt, schwankt also unaufhörlich zwischen seinen äussersten Lagen, falls er nicht durch seine Schwankungen selbst genügende Widerstände einführt. Bei den grossen Maschinen, wo eine Regulirung durch Einführung veränderlicher Widerstände nicht angängig ist, wird der astatische Regulator in der That bei jeder Schwankung eine der Grenzen erreichen und damit auch die volle Absperrung oder Oeffnung der von ihm beherrschten Dampfzuführungsventile verursachen. Die Fehlercurven der Maschine werden also bei Anwendung dieses Regulators durch kurze stark gekrümmte Wellen dargestellt, was sowohl für die Verwendung der Maschinenkraft als für die Dauerhaftigkeit der Maschine selbst grosse Nachtheile bietet. Anders verhält es sich aber bei den kleinen Präcisions-



apparaten, wo bei den kleinen in Betracht kommenden Betriebskräften der Regulator selbst, wie in dem beschriebenen Apparate, durch Widerstandsvermehrung, sei es schon durch Vergrösserung des Widerstandes seiner eigenen Masse gegen die Kreisbewegung, sei es durch ein mit ihm verbundenes System von Windflügeln jeden etwa eintretenden Kraftüberschuss aufzunehmen im Stande ist. In diesem Falle sind plötzliche Schwankungen des Regulators zwischen den Grenzlagen nicht zu befürchten, und die theoretischen Vortheile der Astasie treten voll zu Tage.

Wenn zum Schluss noch einige allgemeine Bemerkungen über den beschriebenen Meteorographen gestattet sind, so soll nur kurz hervorgehoben werden, dass die angewandte Art der Registrirung die unmittelbare Vervielfältigung der Originalbeobachtungen durch den Druck gestattet, was als sehr wesentlicher Vorzug betrachtet werden muss. Ein weiterer Vortheil des Apparates ist der, dass durch die rein mechanischen Unterbrechungen und Schliessungen des Stromes für die Registrirung eines jeden Theilapparates feste Nulllinien gewonnen sind, die jede Unregelmässigkeit des Stromes zu controliren gestatten. Dass für die wichtigsten Theilapparate, das Barometer, das Psychrometer und die Windfahne, eine rein mechanische Bewegung aller beweglichen Theile durch den Registrircylinder selbst verursacht wird, kann gleichfalls nur für vortheilhaft gehalten werden, und auch für die anderen Apparate dürfte wohl eine mechanische Bewegung ihrer Theile der gewählten elektrischen vorzuziehen sein. Die Beschränkung der Thätigkeit des elektrischen Stromes allein auf die Registrirung dürfte allgemein entschieden anzurathen sein. Wenn gegen die Anwendung der Sonden die Abnutzung ihrer Spitzen eingewendet wird, so lässt sich hiergegen erwidern, dass die Controlirung und die etwaige Ersetzung schadhaft gewordener Sonden so ausserordentlich leicht ist, dass dieser Punkt Schwierigkeiten nicht bieten kann.

Der Apparat ist bereits mehrere Jahre in Betrieb und hat sich vollkommen bewährt.

Die halb schematischen Abbildungen in diesem Aufsatz sind der Zeitschrift „l'Électricien“ (Jahrgang 1881, No. 11) entnommen, wie auch die dort gegebene Beschreibung für die obige Darstellung zum Theil benützt ist.

Eine neue Compressionspumpe.

Von

Mechaniker **P. Stueckrath** in Berlin.

Die nachstehend beschriebene Pumpe[1]) dient zum Flüssigmachen der sogenannten coërcibelen Gase; ihre Construction ist dem Bestreben entsprungen, die gewöhnlich zu diesem Zweck verwendete Natterer'sche Compressionspumpe durch eine neue zu ersetzen, welche von den vielen Mängeln der letzteren frei ist.

Mit Ausnahme weniger grosser Institute, denen Maschinenkraft zu Gebote steht, müssen derartige Pumpen durch Menschenkraft betrieben werden. Da nun die gewöhnlichen Vorlesungs-Versuche mit diesen Apparaten (die Herstellung flüssiger Kohlensäure) einen Druck von 36 bis 40 Atmosphären erfordern, so durften die

[1]) Vergl. auch die Vereinsnachrichten Bd. 1, S. 404 u. Bd. 2, S. 221 d. Zeitschr.

Dimensionen des Druckkolbens nur sehr kleine sein (10 bis 12 mm), da bei grösserem Durchmesser und 40 Atmosphären Druck Menschenkraft nicht mehr ausreichen würde.

Um bei einem so kleinen Durchmesser des Cylinders doch ein einigermaassen ansehnliches Gasquantum zu fassen, musste der Cylinder sehr lang werden, und so entstand die bekannte unbequeme und unpraktische Form der Natterer'schen Pumpen. Das unverhältnissmässig hohe und schmale Gestell steht nicht fest genug, zumal ein ziemlich grosses Gewicht (der starke Recipient, der Eiskühler und der Cylinder) sehr hoch über dem Fussboden liegt, also die Neigung des Apparats zum Umschlagen während des Arbeitens sehr gross ist. Um diesen Uebelstand zu heben, hat man die Pumpen liegend construirt, dadurch aber einen anderen Uebelstand hervorgerufen, der vielleicht schlimmer ist, als der vermiedene. Bei einer liegenden Pumpe ist es nicht zu umgehen, dass die obere Kolbenhälfte sehr bald trocken geht, da sich natürlich das Schmiermaterial im tiefsten Punkt des Cylinders sammelt. Bedenkt man nun, dass derartige Pumpen stundenlang hintereinander in Betrieb gehalten werden müssen, so spricht dieser Umstand sehr gegen die liegende Construction. Der lange Cylinder der Natterer'schen Pumpen bedingt nun auch eine sehr grosse Kolbengeschwindigkeit, da der Kolben bei jeder Umdrehung des Schwungrades seinen vollen Weg hin und zurück macht, also auch eine sehr schnelle Compression des im Cylinder enthaltenen Gasquantums. Die durch schnelle Compression der Gase freiwerdende Wärme ist aber so bedeutend, dass selbst bei guter Abkühlung des Cylinders von aussen, ein Durchbrennen der Lederdichtung leicht vorkommt. Auch die mechanische Abnutzung der Natterer'schen Pumpe ist eine sehr grosse, da durch die lange Kurbel, welche die grosse Hubhöhe des Kolbens bedingt, ein sehr hoher Seitendruck auf die Führung der Kolbenstange ausgeübt wird. Endlich dürfte noch erwähnt werden, dass die vollständige Füllung des Cylinders mit Gas bei den alten Pumpen fraglich ist, da die Einströmungs-Oeffnung nur einen Moment frei ist, wenn der Kolben seinen tiefsten Stand erreicht hat. Alle diese Uebelstände sind nun bei der vorliegenden Construction vermieden, wie aus nachstehender Beschreibung des Apparates ersichtlich werden wird. Dabei ist der Gang des Apparates ein ausserordentlich leichter, so dass Jeder überrascht sein wird, der Gelegenheit hat, in diesem Punkte die neue Pumpe mit einer alten Natterer'schen zu vergleichen.

Die Pumpe besteht aus zwei Stiefeln, dem weiten Saugestiefel C, welcher mittels des Rohres G und des Bodenventils v das Gas aus dem Entwickelungs-Apparat aufsaugt, und dem engeren Cylinder C'', welcher zugleich Kolbenstange für den Kolben K im Stiefel C ist und in welchen das von C aufgesaugte Gas zunächst hineingedrückt wird. Der kleine Kolben K' des Cylinders C' steht still und ist an dem Gestell der Pumpe mittels der fein durchbohrten Stange S unveränderlich befestigt. Das Spiel der Pumpe ergiebt sich leicht aus vorstehenden Skizzen, welche die Pumpentheile in ihrem höchsten und niedrigsten Stand veranschaulichen. Ist zunächst der Kolben K im Cylinder C in die Höhe gegangen (Fig. 1), so war das Bodenventil v geöffnet, das Kolbenventil v' geschlossen und der Cylinder C hat sich mit Gas gefüllt. Wird nun der Kolben K niedergedrückt, so schliesst sich v, öffnet sich v' und der Inhalt von C wird in den engen Cylinder C'' gepresst (siehe Fig. 2) und erhält darin etwa 5 Atmosphären Spannung. Geht nun K wieder in die Höhe, so schliesst sich v' und der Inhalt von C' wird nun durch das Ventil v'' im kleinen



Kolben K' und durch die feine Röhre S in den auf S aufgeschraubten Recipienten gepresst, während sich gleichzeitig C mit einem neuen Quantum Gas gefüllt hat. Es ist nun zunächst klar, dass der Druck auf den Kolben K nicht über fünf Atmosphären steigen kann, wie hoch man auch die Compression im Recipienten treiben mag; man kann deshalb den Durchmesser von K ziemlich gross machen und dadurch

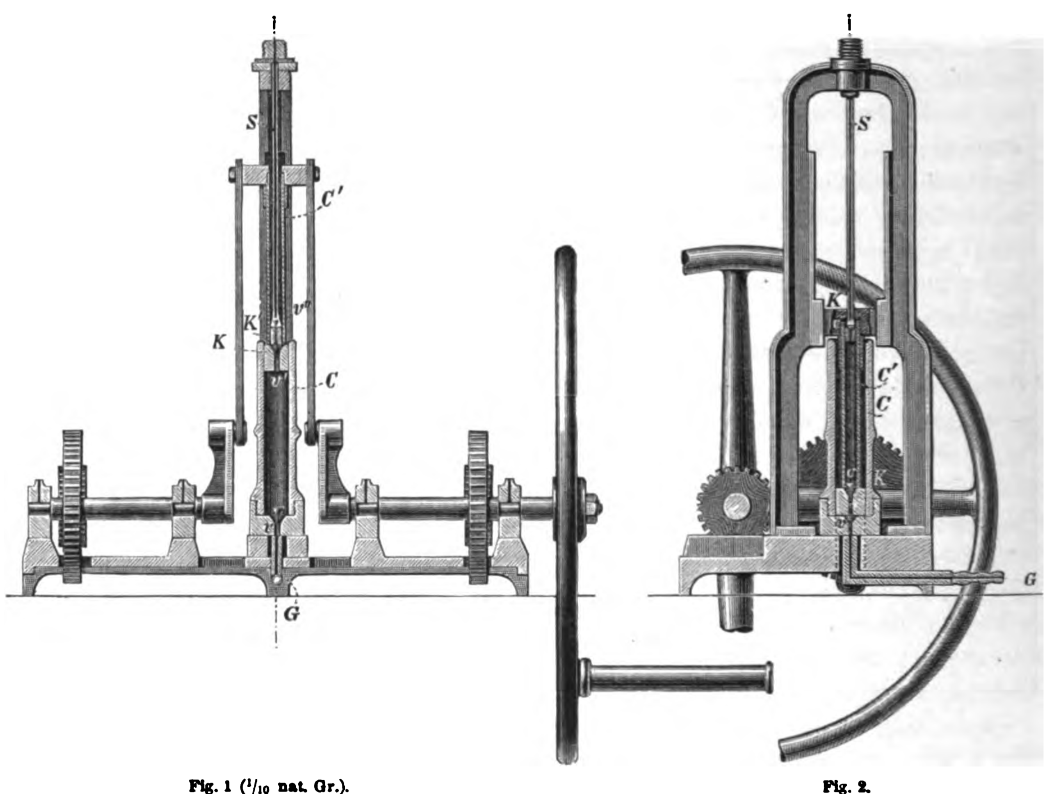


Fig. 1 (1/10 nat. Gr.). Fig. 2.

ein ziemlich bedeutendes Quantum Gas bei jedem Kolbenhub in den Recipienten schaffen, ohne den Gang der Pumpe sehr zu erschweren. Der Durchmesser des eigentlichen Druckkolbens K' ist so gewählt, dass die zu überwindenden Widerstände selbst bei einem Druck von 50 bis 60 Atmosphären im Recipienten nicht so gross werden, dass es nicht möglich wäre, die Pumpe leicht zu bewegen. Durch passende Räder-Uebersetzung und die verhältnissmässig geringe Höhe der Cylinder wird die Kolbenbewegung so weit verlangsamt, dass eine grosse Erhitzung der Stiefel nicht eintritt, trotzdem dieselben nicht besonders gekühlt werden. Was die Leistung der Pumpen anbetrifft, so habe ich in anderthalb Stunden 600 g flüssige Kohlensäure erzielt, also etwas über 300 l Gas comprimirt, wobei die Pumpe leicht durch einen Mann in Bewegung gesetzt wurde.

Die Recipienten bestehen aus kupfernen Cylindern, welche ich auf mindestens 200 Atmosphären prüfe; ich liefere dieselben entweder in der bekannten Einrichtung der Natterer'schen Pumpen, oder auch mit abnehmbarem Deckel, nämlich wenn es darauf ankommt, grössere Gegenstände hineinbringen zu können, welche den Einwirkungen der comprimirten Gase ausgesetzt werden sollen. Die Einrichtung dieses

Recipienten ist aus nebenstehenden Skizzen zu ersehen (Fig. 3 und 4). In dem Boden des Cylinders ist das Gewinde zum Aufschrauben auf die Pumpe eingeschnitten, und ausserdem ist das Ventil *v''* angebracht, welches dem eingepressten Gas den Austritt sperrt. Am oberen Ende des Cylinders ist die Fassung offen, und hat nur einen nach innen vorspringenden Rand. In dem Rande sind zwei einander diametral gegenüberliegende Einschnitte angebracht, welche halb so tief sind, als der Rand einspringt, und so breit, dass sich der starke Kupferdeckel gerade hindurchstecken lässt. An dem runden kupfernen Deckel (Fig. 4) sind einander gegenüber zwei Segmente abgefeilt, so dass er sich nun gerade durch die oben erwähnten Einschnitte in das Innere des Recipienten einschieben lässt. Ist der Deckel eingeschoben, so dreht man ihn um 90°, so dass die Einschnitte durch die nicht abgefeilten Stellen des Deckels gedeckt werden, und verhindert mittels des Bügels *a* und der Schraube *b* (Fig. 3) das Herabfallen in den Recipienten. Nun wird ein Gummiring zwischen den Deckel und den einspringenden Rand gelegt, und darauf der Deckel mittels der Schraube *b* fest gegen den Gummiring angezogen.

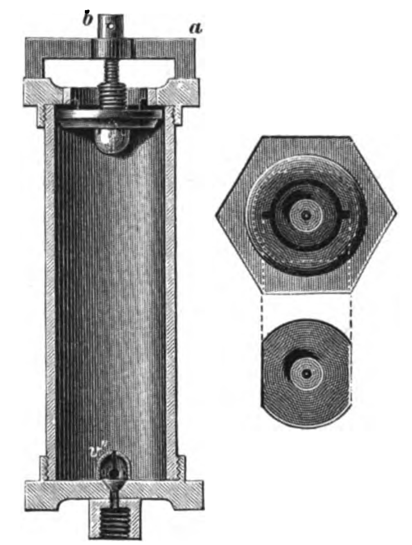


Fig. 3 (1/5 nat. Gr.). Fig. 4 (1/5 nat. Gr.).

Ist der Recipient auf diese Weise geschlossen, so pumpt man 10 bis 12 Atmosphären Gas ein und kann nun den Bügel *a* entfernen und das Manometer aufschrauben, um bei fernerem Comprimiren den im Recipienten herrschenden Druck controliren zu können. Der Deckel schliesst natürlich um so fester, je höher der Druck steigt.

Um den Recipienten zu entleeren, wird das Manometer ab- und statt dessen die bekannte feine Ausströmungsöffnung aufgeschraubt. Das Ventil unter der Ausströmungsöffnung wird mittels einer Druckschraube geöffnet.

Ein Mittel zur Steigerung der Genauigkeit von Basismessungen.

Von

Major **Haupt**, Vermessungsdirigent bei der trigon. Abtheil. der Kgl. Landes-Aufnahme.

A. Die neueren Basismessungen.

Durch die Basismessungen der letzten Jahre, insbesondere durch die vom Geodätischen Institut vorgenommenen Neumessungen der Grundlinien bei Strehlen und bei Berlin, durch die von der trigonometrischen Abtheilung der Landes-Aufnahme ausgeführten Basismessungen bei Strassburg i. E. (Oberbergheim) und bei Göttingen und die von dem spanischen General Jbañez geleitete Basismessung bei Aarberg in der Schweiz ist das Interesse und die Aufmerksamkeit aller betheiligten Kreise neuerdings in hohem Grade erregt und auf die Basismessapparate,

das Verfahren bei dem Gebrauch derselben und die mit ihnen erzielten Resultate hingelenkt worden.

Zeugniss davon giebt die bezügliche Fachliteratur, so über die Göttinger Basis die Aufsätze von Herrn Professor Jordan und Herrn Oberstlieutenant Schreiber im 10. Heft 1880 und 1. Heft 1882 der Zeitschrift für Vermessungswesen, über die Aarberger Basis der Aufsatz des Herrn Dr. Westphal im vorjährigen Juniheft dieser Zeitschrift und die bezügliche Publication des Herrn Dr. C. Koppe, Zürich 1881, und über Basismessungen im Allgemeinen und die spanischen Grundlinien im Besonderen vielfache Veröffentlichungen in den Verhandlungen der Europäischen Gradmessung. Ueber die neueren Basismessungen des Geodätischen Instituts ist noch keine ausführlichere Veröffentlichung erfolgt, wohl aber sind Notizen darüber in den Publicationen der Europ. Gradm. gegeben.

Die Messungen der Landes-Aufnahme wurden mit dem alten Bessel'schen Apparat mit vier Messstangen, deren jede ein Metallthermometer aus Eisen und gewalztem Zink bildet, ausgeführt, die Messungen des Geodätischen Instituts mit dem älteren spanischen Apparat, welcher mit einem Metallthermometer aus Platin und Messing versehen ist, die Aarberger Basismessung mit dem neuen spanischen Apparat, wobei die Temperatur der ⊥ förmigen schmiedeeisernen Messstange durch anliegende und in Eisenfeilspähne eingebettete Quecksilberthermometer gemessen wird.

Die Intervalle wurden bei den Arbeiten der Landes-Aufnahme mit Glaskeilen, bei dem spanischen Apparat mikroskopisch gemessen.

Ein Vergleich der beiden spanischen Messaparate und ihrer vermuthlichen Leistungen findet sich in dem Aufsatz des Herrn Dr. Westphal a. a. O. Ein kurzer Vergleich der Aarberger mit der Göttinger Basis ist am Ende der Schrift des Dr. C. Koppe gegeben. Danach wurde die 2400 m lange Aarberger Basis von 8 bis 12 Officieren und 10 Gehülfen in sechs auf einander folgenden Tagen zweimal in derselben Richtung gemessen. Es wurde auch bei Regenwetter, aber immer nur Vormittags gearbeitet. Ein tragbares Schirmdach schützte gegen Sonne und Regen. Der zu befürchtende mittlere Fehler eines doppelt gemessenen Kilometers, aus diesen Messungen berechnet, betrug ± 0,81 mm.

Die 5200 m lange Göttinger Basis wurde von 15 Officieren und 50 Gehülfen in zusammen $6^1/_2$ Tagen einmal hin und einmal zurück gemessen. Ruhetage sind dabei nicht mitgerechnet. Es wurde — abgesehen von den nöthigen Ruhepausen — den ganzen Tag gearbeitet, aber z. Th. mit Ablösung. Der entsprechende mittlere Fehler betrug ± 0,56 mm.

In beiden Fällen war das Personal eingeübt. Die Vorbereitungen waren bei der Aarberger Messung sehr viel geringer.

B. Erscheint eine Steigerung der Genauigkeit nothwendig?

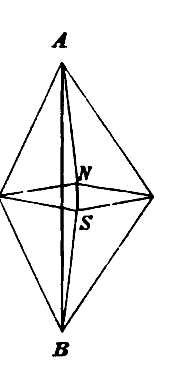
Ehe wir der Frage einer etwaigen Verbesserung des Basismessungs-Verfahrens näher treten, dürfte zunächst die Vorfrage zu beantworten sein, ob denn eine derartige Verbesserung überhaupt nothwendig erscheint.

Diese Frage ist bereits öfter ventilirt worden und, wenn ich nicht irre, im Allgemeinen eher verneinend wie bejahend beantwortet worden.

Wenn man nämlich den mittleren Fehler einer Basismessung, wie er sich bei-

spielsweise in den obigen beiden Angaben zeigt, als richtig anerkennt und ihn mit demjenigem Fehler vergleicht, welcher in dem Basisvergrösserungsnetz und in den Ketten erster Ordnung durch die Fehlerhaftigkeit der Winkelmessung erzeugt, vergrössert und immer weiter getragen wird, so hat es zunächst den Anschein, als ob der Fehler der Basismessung selbst nicht bloss kleiner, sondern sogar von einer niedereren Ordnung wäre als der letztere.

Sei z. B. in dem nebenstehenden Basisvergrösserungsnetz die 6 km lange Basis NS durch Winkelmessungen auf die 60 km lange Seite erster Ordnung AB zu übertragen, so wird man, wie der Augenschein lehrt, durch drei Dreiecke mit je einem Winkel von etwa 28° hindurchrechnen müssen. Der log. AB wird also, in NS und einer Function der betreffenden Winkel nebst ihren Correctionen ausgedrückt, als Coefficienten dieser Correctionen ausser anderen kleinen Werthen die Zunahme des log. sin 28° pro Secunde, das sind 40 Einheiten der 7. Decimalstelle, dreimal angehängt erhalten. Versteht man unter einer solchen Correction den mittleren Fehler eines gemessenen Winkels, der sich auch mit unseren besten Instrumenten ohne sehr erhebliche Steigerung der Zahl der Winkeleinstellungen (jetzt etwa 24) kaum unter $^1/_3''$ herabdrücken lässt, so erhält man annähernd den zu befürchtenden mittleren Fehler der Seite AB gleich



$$^1/_3 \,.\, 40 \sqrt{3} \text{ oder 23 Einheiten der 7. Stelle des Logarithmus.}$$

Es würde dies auf 60 km rund 3 dm betragen. Ist andererseits die 6 km lange Basis wirklich nur mit einem mittleren Kilometerfehler von 1 mm gemessen, so erhält die 60 km lange Seite AB hierdurch den zu befürchtenden mittleren Fehler

$$= 10 \,.\, 1 \,.\, \sqrt{6} = 24{,}5 \text{ mm}.$$

Das Verhältniss der beiden Fehler ist etwa wie 12 : 1, und hätte es hiernach in der That den Anschein, als ob der zweite Fehler sogar von niederer Ordnung wie der erste wäre. In Wirklichkeit erleidet diese Folgerung jedoch, wie wir hier gleich vorausschicken wollen, eine sehr erhebliche Einschränkung.

Man ersieht nebenbei aus diesem — übrigens rohem — Vergleich, dass eine Verkürzung der Basis NS auf $^1/n$ ihrer bisherigen Länge unter Beibehaltung der Länge von AB den zweiten Fehler auf das $\sqrt{n}$fache seines jetzigen Betrages erhöhen würde und auch den ersteren Fehler deshalb vergrössern würde, weil man nun entweder durch spitzere Dreiecke oder durch mehr als drei Dreiecke hindurchrechnen müsste. Man ersieht ferner, dass eine etwaige Verlängerung der Basis ebenso verbessernd wirkt, wie die Verkürzung verschlechternd, bis schliesslich die erstere Fehlerursache völlig verschwindet. Man hat sonach, soweit es sich nur um zufällige Fehler handelt, in der Wahl möglichst langer Grundlinien ein Mittel, zwar nicht der Basis selbst, wohl aber der Seite erster Ordnung eine grössere Genauigkeit zukommen zu lassen; ein Mittel, welches leider aus praktischen Gründen sehr bald seine Grenze findet[1]).

Die oben errechneten Fehler sind nun aus folgenden Gründen keineswegs als die wahren Fehler anzusehen: Zuvörderst wird der erstere Fehler schon dadurch auf $^1/_2$ bis $^1/_3$ seines obigen Betrages herabgedrückt, dass nicht bloss die zur Berechnung nöthigen Winkel, sondern auch noch andere Winkel gemessen werden, und dass nach

[1]) Vergl. hierüber Bessel, Gradm. § 9 und Verhandlungen der Europ. Gradm. 1881 S. 23 u. 24.

Gauss'scher Methode AB dann auf demjenigen Wege in NS ausgedrückt zu denken ist, welcher AB das grösste Gewicht giebt. Ferner ist es möglich, der Länge AB durch zweckmässige Vertheilung einer gegebenen Gesammtzahl von Einstellungen auf die einzelnen Winkel, unter Bevorzugung der wichtigeren Winkel, ein erheblich grösseres Gewicht zu geben als bei symmetrischer Einstellung aller vorhandenen Richtungen. Es wird also unter günstigen Umständen möglich sein, den mittleren Fehler der Ableitung der Grundlinie von der Basis auf ca. 1 dcm einzuschränken.

Auf der anderen Seite ist nach den sorgfältigsten und eingehendsten Versuchen von H. Obl. Schreiber a. a. O. S. 13 Anm. constatirt worden, dass man den wahren mittleren Fehler einer speciell mit dem Bessel'schen Apparat gemessenen Basis wegen constanter Fehler der Maassstäbe unter besonders ungünstigen Umständen auf vielleicht rund $^1/_{200000}$ annehmen müsse, was für AB 3 dcm ausmachen würde.

Das obige Verhältniss von 12 : 1 kann sich bei diesem Apparat also möglicherweise sogar in 1 : 3 umwandeln, und ist daher die Frage, ob eine weitere Verbesserung des Basismessverfahrens wünschenswerth sei, für den Bessel'schen Apparat sicher, für manchen anderen wahrscheinlich zu bejahen.

C. Die Unsicherheit der Maassbestimmungen in Luft.

a) Die Messungen der trigonometrischen Abtheilung der Landes-Aufnahme.

Die vier Bessel'schen Messstangen wurden im Comparatorzimmer in Luft an 40 Tagen bei Temperaturen von 9, 17, 25, 33 und 41° C., jede einzeln, mit einem Normalmaass verglichen. Sie lagen in ihren Gebrauchs-Holzkästen wie bei der Basismessung, der ganze Gebrauchskasten in einer Röhre, die erst aus Zink, später aus verbleitem Eisenblech gefertigt war, und als innere Wand durch einen grossen mit Wasser von entsprechender Temperatur gefüllten Kasten der Länge nach hindurchging. Der grosse Kasten war noch mit Fries und Wachsleinwand umhüllt; an den Seiten ragten die Stangen bloss mit ihren Schneiden hervor, und auch diese waren mit Tuch bedeckt, welches nur für den Moment des Vergleichs abgedeckt wurde. Es war überhaupt jede denkbare Vorsichtsmaassregel getroffen, um die Stangen in einer möglichst gleichmässigen Temperatur zu erhalten und den Einfluss der Zimmerluft (19 bis 21° C.), der Bestrahlung der Gasflammen u. s. w. abzuhalten. Der Comparator war durchaus fehlerfrei.

Das Normalmaass, Toise No. 9 + Toise No. 10, lag in einem Kasten mit Petroleum von der Normaltemperatur 16, 25° C., welche durch sechs Fuess'sche Thermometer auf 0,01° genau angegeben wurde; nur die Enden der Stangen ragten heraus; Fischblase verhinderte das Ausfliessen des Petroleums[1]).

Der grosse Kasten wurde jedesmal am Abend mit Wasser von der nöthigen Temperatur gefüllt und blieb so; nur in den Petroleumkasten wurde eventuell noch am nächsten Morgen zur Wärmeregulirung etwas Petroleum nachgefüllt; etwa eine Stunde später wurde beobachtet.

Die Beobachtungen — jedesmal eine Doppelbeobachtung — dauerten nur kurze Zeit, dann wurde das Wasser im grossen Kasten stark abgekühlt oder stark er-

[1]) Diese Einrichtungen sind grossentheils von dem hiesigen Mechaniker Wanschaff ausgeführt worden.

wärmt, und wieder eine Stunde später, wenn die Messstangen ihre Temperatur um 0,5 bis 2° C. geändert hatten, oder vielmehr, wenn die Temperatur der Messstangen die beabsichtigte Geschwindigkeit der Bewegung angenommen hatte, wurde von Neuem gemessen.

Dies sind die Verhältnisse für die endgültigen Messungen gewesen; vorher sind aber noch eine Menge anderer Messungen bei nur vier Temperaturen und unter etwas anderen Verhältnissen — z. B. lagen die Stangen nicht, wie bei der Basismessung selbst, in ihren Gebrauchskasten — ausgeführt worden. Die Messungsergebnisse sind a. a. O. vollständig aufgeführt und die daraus zu ziehenden Schlüsse mitgetheilt.

Es ergiebt sich, um die wichtigsten dieser Schlüsse hier nochmals anzuführen:

1. In dem grossen Intervall von 9 bis 41° C. reicht die Annahme nicht mehr aus, dass sich die Eisenstange proportional der Angabe des Metallthermometers in ihrer Länge ändere; man muss vielmehr dem Ausdruck der Proportionalität ein Glied, welches das Quadrat ihrer angeblichen Temperatur enthält, hinzufügen.

2. Bei plötzlicher Erwärmung eilt die Zinkstange der Eisenstange stets, bei plötzlicher Abkühlung meistens voraus; das Vorauseilen betrug in einer Stunde bis $^1/_3$° C. oder 17 %.

3. Die Constanten, also die Länge jeder Stange bei einer mittleren Angabe ihres Metall-Thermometers und das Maass ihrer Aenderung für jede andere Angabe desselben, sind in hohem Grade von Nebenumständen abhängig, als da sind: Art der Erwärmung der Stangen, Reihenfolge der Temperaturen, Beschaffenheit und Lage der Umgebungsflächen des erwärmten Raumes, worin sich die Stangen befinden.

Die Constanten stimmen bei jeder einzelnen Versuchsreihe in sich gut, lauten aber bei einer anders eingerichteten Versuchsreihe anders.

4. Der mittlere Fehler einer Stange ist bei der Basismessung, wo die Nebenumstände unzweifelhaft anderer und ungünstigerer Natur sind, als im Comparatorzimmer, nach Anbringung der Correctionen ad 1. und 2. auf unter 0''',01 und der mittlere Fehler der Basis ungünstigsten Falles auf rund $^1/_{200000}$ anzunehmen.

b) Die Messungen des Generals Comstock[1]).

Zu diesen höchst interessanten Versuchen wurden folgende zu einem Basisapparate gehörigen Stäbe benutzt:

ein Stahl-Normalmeter R. 1876.
ein Metall-Thermometer M.T. 1876, gebildet aus einem Stahl- und einem Zinkmeter $M.T._s$ 1876 und $M.T._z$ 1876.
zwei den Bessel'schen einigermaassen ähnliche Messstangen.

Sämmtliche Maassstäbe sind von Repsold gefertigt.

Die Versuche geschahen in Luft. R. 1876 blieb immer im Comparatorzimmer bei etwa 2° C. M.T. 1876 wurde zunächst eben darin mit R. 1876 verglichen, dann in zwei Versuchen einer um etwa 20° C. höheren und in zwei Versuchen einer um etwa 20° C. niederen Temperatur je einen Tag lang ausgesetzt, dann jedesmal wieder in das Comparatorzimmer gebracht und nach ein- bis zweimal 24 Stunden wieder mehrere Tage hintereinander mit R. 1876 verglichen. Der Zinkstab $M.T._z$ 1876 schien bei drei Versuchen nur sehr langsam die Temperatur der Luft oder vielmehr

---

[1]) Americ. Journ. of Science, Vol. XXII S. 26, auch mitgetheilt im 1. Bande dieser Zeitschr. S. 346.

die ihr entsprechende Länge anzunehmen; er war, wenn er vorher stark erhitzt worden war, bei dem ersten Versuche nach zwei Tagen noch 18 μ oder $^2/_3$° C. ($1\ \mu = 0{,}001$ mm), und allmählich sich verkürzend nach 10 Tagen noch 14 μ zu lang, und bei dem zweiten Versuche noch mehrere Tage 15 μ zu lang; ferner blieb er, nachdem er stark abgekühlt worden war, in einem dritten Versuche noch mehrere Tage 5—6 μ zu kurz, verhielt sich im vierten Versuche aber normal. Der Stahlstab M.T.$_2$ 1876 zeigte nur bei einem Versuche ein dem obigen dritten Versuche ähnliches Verhalten, blieb aber sonst normal.

Bei einer der 4 m langen in Röhren liegenden Messstangen trat nach starker Erwärmung und demnächstiger langsamer Abkühlung ein ganz gleiches Verhalten zu Tage, indem die Zinkstange derselben nach zwölfstündiger Abkühlung noch 59 μ und, langsam sich verkürzend, fünf Tage später noch 30 μ zu lang blieb, während die Stahlstange andere kleine Unregelmässigkeiten zeigte.

Die Ausdehnung, welche die Stangen hätten zeigen müssen, wurde auf Grund der Angaben von Quecksilber-Thermometern, welche direct auf ihnen lagen, berechnet.

General Comstock erklärt dieses Verhalten des Zinks mit der Annahme thermischer Nachwirkungen, in Folge deren eine Zinkstange bei derselben Temperatur nicht immer genau die gleiche Länge habe; ich möchte mich aber, so lange diese Erscheinungen nur bei Vergleichen in der Luft beobachtet worden sind, dieser Ansicht noch nicht anschliessen, vielmehr unter einer bestimmten Temperatur einer Messstange auch immer ein bestimmtes Längenmaass verstehen.

Die Versuche der trigonometrischen Abtheilung, auf Grund der amerikanischen Erfahrungen untersucht, scheinen die letzteren nicht ganz zu bestätigen; wenigstens eilte, wie bereits erwähnt, bei schnellem Temperaturwechsel das Zink dem Eisen zumeist erheblich voran, während bei langsamer Aenderung der Wärme constante Fehler dieser Art überhaupt nicht zu Tage traten. Indessen ist es ja bereits sicher constatirt, dass bei Vergleichen in der Luft schon geringe Aenderungen im Stande sind, den Resultaten ein ganz anderes Aussehen zu geben, und soviel ist jedenfalls zuzugeben, dass manche der bei unseren Versuchen beobachteten Erscheinungen ebenfalls dahin gedeutet werden können, als wenn das Zink, ein weiches Metall wie Zinn und Blei, den Einwirkungen der Wärme nicht so präcis folgte wie andere fester gefügte Metalle, oder als ob es wenigstens durch Anhaften und Biegen die Erscheinungen seiner linearen Längenausdehnung nicht immer völlig rein zum Ausdruck brächte.

c) Der neue Basismessapparat des General Ibañez.

In der angezogenen Schrift des Dr. C. Koppe erfährt man über die Constanten des Apparates ausser ihren Werthen nur, dass sie in Paris bald nach der Fertigung sorgfältig bestimmt worden sind, die Maassvergleichungen selber aber sind nicht gegeben.

Man wird nun in der That mit grösstem Vertrauen annehmen dürfen, dass die Constantenbestimmungen in Paris gut ausgefallen sind, und dennoch nicht jeden Zweifel unterdrücken können, ob der Apparat auf der Basis auch ebenso functionirt wie im Comparatorzimmer. Schon Dr. Westphal macht a. a. O. darauf aufmerksam, dass Quecksilber-Thermometer, auch wenn sie der Messstange anliegen und durch Einbettung in Eisenfeilspähne ihr eng verbunden werden, doch schwerlich immer

genau die Temperatur des festen Metalles annehmen dürften, und in der That, wenn man die Differenzen der Messungen I, II und III (letztere von den Schweizern gemessen) bei Aarberg betrachtet, so zeigen sie, wie auch Dr. Koppe bemerkt, gerade da erhebliche Unterschiede, wo die Temperatur der Messungstage eine erheblich verschiedene war.

Diese Differenzen weisen so sehr auf constante Fehlerquellen hin, dass ich glaube, die betreffenden Daten hier aufführen zu sollen.

Messung	Section 1.		Section 2.		Section 3.		Section 4.		Section 5.		Section 6.	
	Länge	Mittl. Temp.	Länge	Mittl. Temp.	Länge	Mittl. Temp.	Länge	Mittl. Temp.	Länge	Mittl. Temp.	Länge	Mittl. Temp.
	m	°	m	°	m	°	m	°	m	°	m	°
I	400,0336	16,5	400,0351	18,0	400,0349	16,6	400,0514	22,5	400,0322	15,6	399,9001	19,3
II	0326	17,7	0329	22,0	0350	16,3	0519	23,8	0326	15,5	9002	18,9
III	0337	16,4	0324	22,3	0353	17,0	0519	24,7	0319	16,4	8980	24,0

Einer höheren Temperatur entspricht in der Regel eine geringere Länge. Die zwischen I, II und III bleibenden Längendifferenzen würden sich sehr erheblich verringern lassen, wenn man in der auf Grund der gegebenen Constanten zu bildenden Formel für die Länge einer Section

$$= 100\ [4{,}0006542 \text{ m} + 0{,}043193\ (t^\circ - 21{,}935) \text{ mm}]$$

entweder alle mittleren Temperaturen oder den Ausdehnungs-Coefficienten 0,043193 um etwa 10 % vergrösserte.

Erstere Correctur würde die ganze Basis um etwa 40 bis 50 mm verlängern, letztere sie um etwa 8 mm oder rund $^1/_{300000}$ verkürzen. Selbstverständlich ist es höchst unwahrscheinlich, dass die richtigen Correcturen diese Grösse erreichen.

Ob die vier Thermometer jederzeit in sich gut übereinstimmten, und ob die Temperatur der Messstange überall wenigstens scheinbar ziemlich die gleiche war, ist leider nicht zu ersehen.

D. Ursache der Unsicherheit der Maassbestimmungen in Luft.

Die obigen, wirklichen Messungsergebnissen entnommenen, Angaben zeigen oder lassen vermuthen, dass ein in Luft geprüfter und gebrauchter Maassstab — und er muss unbedingt möglichst unter denselben Verhältnissen geprüft wie gebraucht werden — nicht immer diejenige äusserste Genauigkeit ergiebt, wie man sie für eine Basismessung wohl zu erreichen wünscht. Es gilt dies nicht bloss für Zink und Eisen, für welche Metalle es praktisch erwiesen ist; es ist auch für jedes andere Metall, ob nun Metall- oder Quecksilberthermometer benutzt werden, in hohem Grade wahrscheinlich zu machen.

Zunächst stütze ich mich hierbei auf einen classischen Zeugen, nämlich auf Bessel und auf seinen im letzten Februarheft dieser Zeitschrift von Th. Baumann reproducirten Ausspruch:

„Nach meinen Erfahrungen muss man geradezu Verzicht darauf leisten, die wahre Temperatur eines Maassstabes zu erfahren, ausser wenn man ihn in eine Flüssigkeit legt und in dieser die Thermometer anbringt."

Demnächst berufe ich mich auf das Urtheil der meisten anderen Sachverständigen, welche ihre Normalmaasse, wenn sie sie nicht in stets gleich bleibender Luft-



temperatur belassen können, in eine Flüssigkeit, Wasser, Spiritus oder Petroleum getaucht, auf den Comparator bringen, weil sonst die richtigen Längen derselben nicht zu verbürgen sind. Was aber für das Normalmaass gilt, gilt im Grunde auch für die Messstange.

Endlich aber sei es mir gestattet, die physikalischen Vorgänge bei der Erwärmung eines Metalles und zumal bei seiner Erwärmung in Luft, wenn sie auch Niemandem unbekannt sind, hier doch, so weit sie uns angehen, im Zusammenhange aufzuführen. Vielleicht kommt der Leser dann zu der Ueberzeugung, dass man die äusserste Genauigkeit in der That bei Vergleichen in Luft nicht beanspruchen darf.

Die von einem Körper auf den anderen durch Strahlung oder Leitung übergehende Wärme verrichtet gleichzeitig zwei Arbeiten; sie setzt die Moleküle des den Körper durchdringenden Aethers in stärkere Schwingung (Vergrösserung der Wärme) und treibt die Moleküle des Körpers entweder auseinander (Vergrösserung des Volumens) oder verändert doch ihre gegenseitige Lage.

Die specifische Wärme eines Körpers, auch Wärmecapacität genannt, bezeichnet dasjenige Wärmequantum, welches der Gewichtseinheit desselben zugeführt werden muss, um seine Temperatur um einen Centigrad zu erhöhen.

Die Wärmecapacität der Elemente und einfacheren Körper ist dem Atomgewicht fast stets sehr nahe umgekehrt proportional, also für jedes beliebige Atom — ganz gleich, ob Eisen oder Luft — dieselbe. Die grösste Wärmecapacität hat das Wasser.

Die Metalle sind im Allgemeinen gute Leiter, Wasser leitet schlecht, Luft sehr schlecht; Wasser und Luft gleichen Wärmeunterschiede zumeist durch Strömungen aus.

Ausstrahlungs- und Absorptionsvermögen, welche beide parallel gehen, sind bei Metallen mit glatter Oberfläche gering, dagegen bei solchen mit rauher oder überfirnisster Oberfläche stärker; sie sind bei Sauerstoff, Stickstoff und Wasserstoff, so wie bei trockener atmosphärischer Luft fast gleich Null, bei Quecksilber, Wasser, Wasserdampf und manchen Gasen sehr gross, auch bei Glas und überfirnisstem Holz bedeutend.

Zur Uebersicht diene folgende kleine Tabelle der für Basismessapparate hauptsächlich in Betracht kommenden Körper. Der — sonst linear gedachte — Ausdehnungs-Coefficient bedeutet für Luft und Quecksilber die Aenderung des Volumens. Die Einheiten seien 0° C. Wärme und 760 mm Druck.

	Specifisches Gewicht	Wärme-Capacität	Ausdehnungs-Coefficient	Leitungs-Vermögen
Wasser	1	1		
Luft	1:773	0,24	0,00366	
Eisen oder Stahl.	7,5	0,11	0,000012	12
Zink	7	0,09	0,000029	11,5 (?)
Kupfer.	9	0,09	0,000017	75
Platin	21	0,03	0,000009	8
Silber	10	0,06	0,000020	100
Quecksilber	13,6	0,033	0,000179	—

Diese Angaben sind zum grössten Theil dem bekannten Werke von John Tyndall „Die Wärme", zum Theil auch der fünfstelligen Gauss'schen Logarithmentafel, einige wenige auch dem Lehrbuch von Müller-Pouillet entnommen.



Die Daten über das Leitungs-Vermögen dürften etwas unsicher sein. Clausius (Abhdl. XVI) schätzt das Leitungs-Vermögen der Luft auf Grund theoretischer Erwägungen etwa 1400 Mal so gering als das des Bleis, welches letztere Metall unter die schlechter leitenden Metalle rangirt.

Danach sind für gleiche Volumina die Wärmemengen oder Aequivalente:

bei	Wasser	=	1 . 1	=	1
-	Luft	=	$^1/_{773}$. 0,24	=	$^1/_{3234}$
-	Eisen	=	7,5 . 0,11	=	0,8
-	Zink	=	7 . 0,09	=	0,6
-	Quecksilber	=	13,6 . 0,033	=	0,45 u. s. w.

und man würde 3234 . 0,8 = c. 2600 l Luft von $2\,n^\circ$ Wärme brauchen, wenn dieselbe einem Cubikdecimeter Eisen n° Wärme mittheilen und dann selbst noch n° behalten sollte.

Nun strahlt, wie erwähnt, trockene Luft fast gar nicht aus und ist einer der schlechtesten Leiter. Tyndall führt als bekanntes Beispiel eines wenig energischen Wärmeaustausches der Luft an, dass der Mensch es wohl wagen darf, in einer bis auf 100° C. erwärmten Luft auszuhalten, sich hier auch wohl auf einen Holzstuhl zu setzen, dass er sich aber wohl hüten muss, Wasser oder gut leitende Metalle von dieser Temperatur zu berühren.

Wenn man sich diese Eigenschaften der Luft und der Metalle vergegenwärtigt, so wird man sich kaum der Ueberzeugung verschliessen können, dass eine Uebertragung der Wärme von Luft an Metall nur in wenig regelmässiger und bei geringem Wärmeunterschiede in ausserordentlich langsamer Weise wird vor sich gehen können. Nur die unmittelbar am Metall befindlichen Luftschichten können auf dasselbe einwirken; sie werden nach Abgabe ihrer Wärme sinken und anderen Schichten Platz machen; es wird dadurch ein Luftzug entstehen, dessen Gleichförmigkeit selbst dann nicht zu verbürgen ist, wenn der Maassstab in stets gleich warmer Luft des Comparatorzimmers längere Zeit frei hängt.

Nun stelle man sich den Bessel'schen Apparat vor: als Unterlage dient bekanntlich eine eiserne Stange; sie liegt auf der hohen Kante, hat 14 × 6 Par. Linien im Geviert und ist mit sieben Rollenpaaren versehen. Auf diesen Rollen liegt die eigentliche Messstange auf; sie ist von Eisen, 1730 Par. Linien lang und hat 12 × 3 im Geviert; auf ihr liegt die Zinkstange, 1700 Par. Linien lang und 6 × 3 im Geviert. Das Ganze liegt in einem Holzkasten.

Die Metallmasse einer Messstange mit Unterlage beträgt danach etwa 3 cbdm; ihr Wärmeäquivalent würde etwa der Wärmemenge von 2,5 l Wasser oder 8 cbm Luft von gleicher Temperatur oder von 1 cbm Luft bei achtfach so hoher Temperatur entsprechen.

Die zur Erwärmung des Metalles nöthige Luft ist daher in unmittelbarer Nähe desselben überhaupt nicht vorhanden, sondern nur ganz allmählich durch Luftströmungen heranzuziehen.

Die Wärmeänderung der Messstange wird also vielleicht nur zum kleineren Theile durch Wärmeabgabe der umgebenden Luft, zum grösseren Theile aber durch Wärmeleitung der Unterlagen oder durch Wärmeabsorption der Stange und namentlich ihrer aus dem Kasten herausragenden Enden, zumal bei Gasbeleuchtung oder

im Sonnenschein, vor sich gehen; sehr leicht werden dann in verschiedenen Theilen der Stange verschiedene Temperaturen herrschen; es ist selbst nicht undenkbar, dass in ein und demselben Augenblick die Zinkstange mehr Wärme empfängt als abgiebt, die Eisenstange dagegen mehr Wärme ausstrahlt als annimmt; kurz, man wird auf ganz bedeutende Unregelmässigkeiten gefasst sein müssen.

Solche Unregelmässigkeiten kommen denn in der That vor: Bessel fand bei der Ostpr. Gradmessung die Luftwärme in dem Kasten bis 3°, Jordan bei der Göttinger Basis, und zwar Vormittags, während die Sonne auf die mit weissem Kattun bekleideten Kasten schien, bis $1^{2}/_{3}$° R. wärmer, als die Stangen nach Angabe ihrer Metall-Thermometer waren.

Nicht so sehr viel anders als bei dem Bessel'schen Apparat dürfte sich die Sache bei dem neuen spanischen Apparat verhalten. Eine frei liegende Metallstange, selbst wenn sie gegen Sonne und Regen geschützt ist, wird doch durch die Wärmeleitung der Unterlage, die Ausstrahlung des Bodens, durch reflectirtes Sonnenlicht und die Einwirkung der umgebenden Menschen, ferner durch ungleichmässig erwärmte und bewegte Luft weder in allen ihren Theilen gleich, noch völlig ebenso wie ihre Thermometer afficirt werden.

So z. B. müssen bei warmer Luft und kaltem Erdboden die Thermometer von oben her stark erwärmt, die Stange von unten ziemlich energisch abgekühlt werden.

Heisser oder kalter, von der Seite kommender Wind wird auf die Thermometer, welche sich sämmtlich auf derselben Seite der Messstange befinden, anders einwirken als auf die Stange u. s. w.

Ob der Ibañez'sche oder Bessel'sche Apparat besser misst, wird schliesslich zumeist davon abhängen, ob die mittlere Temperatur des Quecksilbers eher um $^{1}/_{2}$° oder die des Zinks eher um $^{1}/_{3}$° C. (oder $\pm\,^{2}/_{3}$° bei der einzelnen Stange) von der mittleren Temperatur des eisernen Maassstabes abweicht; in beiden Fällen wird das Maass etwa um $^{1}/_{200000}$ falsch, und beide wird man für möglich halten müssen.

Es sollen dabei dem Ibañez'schen Apparat seine hervorragenden Eigenschaften, wie grosse Einfachheit des Materials und Schnelligkeit der Messung bei hoher Vollkommenheit der Construction, sowie auch seine bisherigen Erfolge ganz und garnicht abgesprochen werden; es wird auch zuzugeben sein, dass Quecksilber seiner Natur nach einen viel vollkommneren Wärmemesser abgiebt als das Zink; man wird aber dagegen einwenden müssen, dass die Zinkstange der Eisenstange viel inniger anliegt als das Quecksilber-Thermometer, und dass das Metall-Thermometer ja grade deshalb anstatt des letzteren von bedeutenden Geodäten eingeführt worden ist, weil sie auf Grund von Versuchen hofften, es werde noch eher die Temperatur der Eisenstange annehmen als das Quecksilber-Thermometer.

E. Vorschlag, die Stangen bei der Messung in Wasser zu legen.

Die Hauptquelle aller zu befürchtenden Unregelmässigkeiten liegt kurz gesagt darin, dass wir bei dem Messen in Luft fast in keiner Weise im Stande sind, die Temperatur des Maassstabes genau zu erkennen.

Wenn sich dies aber so verhält, so werden wir offenbar genöthigt, den Maassstab in engste Verbindung mit einer Flüssigkeit zu bringen, welche gerade diejenige Eigenschaft besitzt, welche der Luft fehlt, nämlich eine grosse specifische Wärme.

Zur Erzielung dieser innigen Verbindung giebt es im Allgemeinen zwei Wege:

entweder man richtet den Maassstab zur Aufnahme einer Flüssigkeit ein, wobei die Flüssigkeit sowohl selbst das Thermometer bilden, als auch zur Aufnahme der Thermometer dienen kann[1]),

oder man legt den Maassstab während der Messung in eine Flüssigkeit.

Bei der ersteren Methode wird man entweder auf eine volle, undurchbrochene, parallelopipedische Form der Maassstäbe, welche nach allen bisherigen Anschauungen eine gleichmässige Ausdehnung am besten garantirt, verzichten müssen, oder man wird die verlangte innige Berührung nur unvollkommen erreichen.

Weit sicherer und einfacher erscheint mir der zweite Weg, nämlich die Maassstäbe während der Messung stets in einem Kasten, welcher genügend gedichtet sein muss, und dessen Wände die Wärmeausstrahlung möglichst erschweren müssen, direct in Wasser liegend zu erhalten.

Es ist ja nicht zu leugnen, dass dieser Maassregel manche technischen Schwierigkeiten entgegenstehen, wie z. B.:

das grössere Gewicht der mit Wasser gefüllten Kästen,

die Dichtung der Kasten und der herausragenden Enden des Maassstabes,

die Unbequemlichkeit des öfteren Wasser-Nachfüllens und -Ablassens,

die grössere Schwierigkeit des Anbringens der Niveaus und der Arbeit auf geneigter Basis,

die Gefahr des Rostens der Stangen.

Diese Schwierigkeiten sind indessen bei Zuziehung tüchtiger Mechaniker nicht unüberwindlich; es stehen ihnen ganz ausserordentliche Vortheile gegenüber:

1. Man erhält die wahre Temperatur der Stangen, ob man nun Metall- oder Quecksilberthermometer oder beide anwendet.
2. Man ist unbeschränkter in der Auswahl des Materials: Zink, welches bisher seines grossen Ausdehnungs-Coefficienten wegen für Metallthermometer kaum zu umgehen war, kann, wenn es sich bei Vergleichen im Wasser nicht besser bewährt als bei solchen in Luft, ganz bei Seite gelassen werden.
3. Während bei der ersten Methode völlig neue und sehr complicirte Mess-Apparate construirt und geprüft werden müssen, sind hier nur die Gebrauchskästen für bereits vorhandene Maassstäbe herzurichten.
4. Man kann die Temperatur bequem in engen Grenzen, z. B. von 15—20° C. halten.
5. Die Maassvergleiche werden weit einfacher, schneller und sicherer.

Ich bin aus allen diesen Gründen der festen Ueberzeugung, dass es wünschenswerth ist, Grundlinien nur mit in Wasser oder einer anderen Flüssigkeit liegenden Messstangen zu messen. Um über die Maassconstanten verschiedener Metalle zu sicheren Resultaten zu kommen, ist dies wohl der einzige Weg; um die Zuverlässigkeit der Basismessungen noch zu steigern, falls man eine solche Steigerung überhaupt für nöthig hält, ist es jedenfalls eine der wichtigsten Maassregeln. Alle anderen Fragen, ob Quecksilber- oder Metallthermometer, ob Endmaass oder Strichmaass, Glaskeil oder

---

[1]) Mehrere neue Projecte, so z. B. das des Herrn Mechanikers F. A. Reitz (vergl. Band I, S. 247 dieser Zeitschrift), schlagen diesen Weg ein.

Mikroskop, Kupfer oder Eisen, scheinen mir bei dem heutigen Stande der Dinge von geringerer Bedeutung zu sein; sie sollen auch, um uns nicht zu weit zu führen, hier weiter nicht besprochen werden.

Berlin, im März 1882.

Ueber einen Apparat zum Nachweis des Mariotte'schen Gesetzes für Dämpfe und Gase.

Von
Dr. **Ernst B. Hagen** in Berlin.

Im Nachfolgenden soll die Beschreibung eines Apparates gegeben werden, welcher geeignet ist, bei Experimental-Vorlesungen die Gültigkeit des Mariotteschen Gesetzes für Gase und überhitzte Dämpfe nachzuweisen und das Verhalten der letzteren in gesättigtem Zustande zu zeigen.

Der Apparat ist hervorgegangen aus einem zu gleichem Zwecke construirten, welchen Toepler seit Jahren bei seinen Vorträgen benutzt und welcher von dem in Wüllner's Lehrbuch der Physik[1]) abgebildeten Apparat sich dadurch unterscheidet, dass an die in jener Figur mit *K* bezeichnete Kochflasche seitlich ein zum Evacuiren derselben dienender Hahn angeschmolzen ist.

Der in beistehender Figur abgebildete Apparat besteht im Wesentlichen aus drei an ihrem unteren Ende mit einander communicirenden (innen 1 cm weiten) Glasröhren, von denen die beiden mit I und II bezeichneten dazu bestimmt sind, den Dampf resp. die Luft aufzunehmen, während das dritte längere Rohr *D* zur Druckmessung dient. Jede dieser drei Röhren ist oben durch einen Glashahn geschlossen; an *B* ist ausserdem ein schräg nach unten verlaufendes T-Rohr oben angeblasen, dessen einer Schenkel den Hahn *E*, der andere das zur Aufnahme von Aether dienende kleine Glaskölbchen *A* trägt. Das untere Ende *F* der Röhre *D* führt zu einem etwa $1^1/_2$ m langen, aussen umsponnenen Kautschukschlauch, welcher die als Quecksilberreservoir dienende Glaskugel *R* beliebig zu heben und zu senken gestattet. Die beiden Messröhren I und II haben genau gleiches Caliber und sind vom Hahn *B* und *C* ab in vier gleiche, in der Figur mit 1, 2, 3, 4 gekennzeichnete Volumina eingetheilt. Bei der Herstellung des Apparates ist

[1]) 1875 Band 3 S. 583 Fig. 93.

dafür gesorgt, dass die entsprechenden Volumenmarken beider Röhren genau in dieselben Horizontalebenen fallen.

Um den selbstverständlich zuvor gut getrockneten Apparat zum Versuch vorzubereiten, werden zunächst sämmtliche vier Hähne geöffnet, die in den drei Röhren enthaltene Luft durch entsprechendes Heben des Quecksilberreservoirs R verdrängt und die Hähne B, C, G darauf geschlossen. Die dabei zwischen Glas und Quecksilber etwa noch zurückgebliebene kleine Luftmenge kann man mit Leichtigkeit dadurch vollständig entfernen, dass man das Quecksilberreservoir R soweit senkt, dass in dem oberen Theile der drei Röhren sich Vacuen bilden, in welche bei passend tiefem Senken von R die noch in den Röhren zurückgebliebene Luft hineinexpandirt und nun in gleicher Weise wie zuvor hinausgeschafft werden kann. Ist das geschehen, so füllt man mittels eines capillar ausgezogenen Trichters das Kölbchen A etwa zur Hälfte mit Aether an, trocknet den Hahn E und seine Bohrung von allem flüssigen Aether sorgfältig ab, setzt den gut eingefetteten Hahnconus wieder ein und pumpt — am besten mit einer Wasserluftpumpe — das Kölbchen A luftleer, wobei der Aether in heftiges Aufkochen geräth. Dabei kühlt er sich durch die lebhafte Verdunstung weit unter die Temperatur der anderen Theile des Apparates ab, sodass eben deshalb sich weder bei E noch bei B etwa flüssiger Aether niederschlagen und so durch Lösen des Fettes die Hähne undicht machen kann. Aus diesem Grunde gerade ist das Auspumpen der Luft dem Auskochen vorzuziehen. Ist alle Luft aus A verdrängt, so wird der Hahn E geschlossen und das Kölbchen A in ein mit Wasser gefülltes Becherglas bleibend getaucht, dessen Temperatur etwa 10° niedriger sein mag als die des Zimmers. Man gebe darauf dem Quecksilberreservoir R eine solche Stellung, dass das Quecksilber in ihm etwas tiefer steht, als das untere horizontale Verbindungsrohr der drei Röhren I, II und D und lasse durch Oeffnen des Hahnes B etwa $1^1/_2$ Volumina Aetherdampf in das Messrohr I eintreten. Schliessen wir jetzt den Hahn B, so ist der in dem Messrohr I dadurch abgesperrte Aetherdampf gesättigt für die Temperatur des das Kölbchen A umgebenden Wassers, dehnen wir ihn aber durch Senken des Reservoirs R aus, z. B. bis zur Marke 2, so haben wir überhitzten, ungesättigten Dampf. Das letztere wollen wir thun und dann durch langsames Oeffnen des Hahnes C ein dem Volumen des Aethers genau gleiches Luftvolumen in das Messrohr II einströmen lassen, sodass die Quecksilberkuppen in den Röhren I und II gleich hoch stehn.

In dieser Verfassung ist der Apparat geeignet, um nachzuweisen, dass die Dämpfe genau so wie die Gase das Mariotte'sche Gesetz beim Verdünnen befolgen. Um dies zu zeigen, haben wir den Druck zu ermitteln, welchem wir den Dampf und die Luft auszusetzen haben, um ihr Volumen in bestimmter Weise zu ändern. Diese Druckmessung macht sich bei dem beschriebenen Apparat insofern äusserst bequem, als das Rohr D selbst ein Barometer ist, dessen äusseres Niveau, ebenso wie das der Quecksilbersäulen in I und II, gebildet wird durch das in dem Reservoir R befindliche Quecksilber; es giebt somit die Höhe der Quecksilbersäule, um welche im Druckrohr D das Quecksilber höher steht als in den Messröhren I und II, direct den Druck an, unter welchem die in denselben abgeschlossenen Gas- bezw. Dampfmassen stehen.

Die hier zur Anwendung gebrachte Art der Gasdruckbestimmung vereinfacht und verkürzt wesentlich die Ausführung des Versuches und wird in ähnlicher Form



bei allen gasometrischen und eudiometrischen Messungen mit Vortheil angewendet werden können.

Was den Genauigkeitsgrad der mit dem im Vorstehenden beschriebenen Apparat erhaltenen Versuchsergebnisse angeht, so wird derselbe zur Genüge aus der folgenden kleinen Zusammenstellung beobachteter Zahlen ersichtlich, in welcher wir mit v das Volumen, mit p den zugehörigen, auf die erwähnte Weise gemessenen Druck bezeichnen wollen:

v	p	$v \cdot p$
2	249,7	499,4
3	166	498
4	124,7	498,8

Die in der mit $v \cdot p$ überschriebenen Columne aufgeführten Zahlen zeigen die Gültigkeit des Mariotte'schen Gesetzes sowohl für Dämpfe wie für Gase mit einer für die rohe Art der Messung ganz ausreichenden Genauigkeit. Heben wir umgekehrt das Quecksilberreservoir R, so sehen wir zunächst wieder die Volumina der Luft sowohl wie des Dampfes in gleicher Weise sich verringern; sobald wir aber in die Nähe des Condensationsdruckes des Aetherdampfes kommen, sehen wir den Dampf viel rascher an Volumen abnehmen als die Luft. Es müsste dabei, sobald die Verflüssigung des Aetherdampfes einzutreten beginnt, von nun ab der Druck ganz constant bleiben, wie hoch wir auch R heben mögen, bis aller Dampf in flüssigen Aether verwandelt ist. Indess ist dieses nicht genau der Fall, da hierfür die Luft auf die zuvor beschriebene Art nicht hinreichend entfernt werden kann, und man thut daher gut, das Verhalten des gesättigten Dampfes, d. h. die Unabhängigkeit des Druckes vom Volumen, für diesen Fall in der Art zu zeigen, dass man bei geöffnetem Hahn B das Quecksilberreservoir hebt oder senkt, wodurch in Folge des grössern Volumens der erwähnte Fehler unmerklich klein wird.

Der beschriebene Apparat wird von Herrn Glaskünstler Florenz Müller, Berlin W, 71 Kronen-Strasse, gefertigt.

Zur Geschichte der Entwickelung der mechanischen Kunst.

Von
Dr. L. Loewenherz in Berlin.

(Fortsetzung.)

Das arabische Astrolabium ist im Besitz der hiesigen Königlichen Bibliothek und nach seiner arabischen Inschrift durch Mohammed Ben Al-Ssâl zu Toledo im Jahre 1029 verfertigt worden. Ueber seine Construction, seine Theorie und seinen Gebrauch hat F. Woepcke ausführliche Mittheilungen veröffentlicht[1]). Für den vorliegenden Zweck kommt zwar nur seine Construction in Betracht, zum Verständniss derselben ist es aber unumgänglich, auch den sicherlich nur wenig bekannten Gebrauch des Instruments nicht ganz unberücksichtigt zu lassen.

[1]) Verhandl. der kgl. Akad. d. Wissensch. f. Berlin 1858 No. 1.

Das Astrolabium diente vorzugsweise zu Orts- und Zeitbestimmungen, konnte aber auch zur Lösung vieler anderer Aufgaben der sphärischen Astronomie benutzt werden.

Seine Einrichtung ist etwa folgende: Auf eine horizontale Axe ist eine kreisrunde Messingscheibe von etwas mehr als 1 m Durchmesser drehbar aufgesteckt. Die Scheibe hat einen vorstehenden Rand; in der durch diesen gebildeten Vertiefung finden 9 dünne Scheiben übereinandergelegt gerade Platz. Die 9 Einlegescheiben sind in die Hauptscheibe so eingepasst, dass sie nur mit ihr zusammen gedreht werden können. Auf die horizontale Axe ist ferner — und zwar auf der Seite der Einlegescheiben — eine elfte stärkere Scheibe aufgesteckt, welche die aus Fig. 1

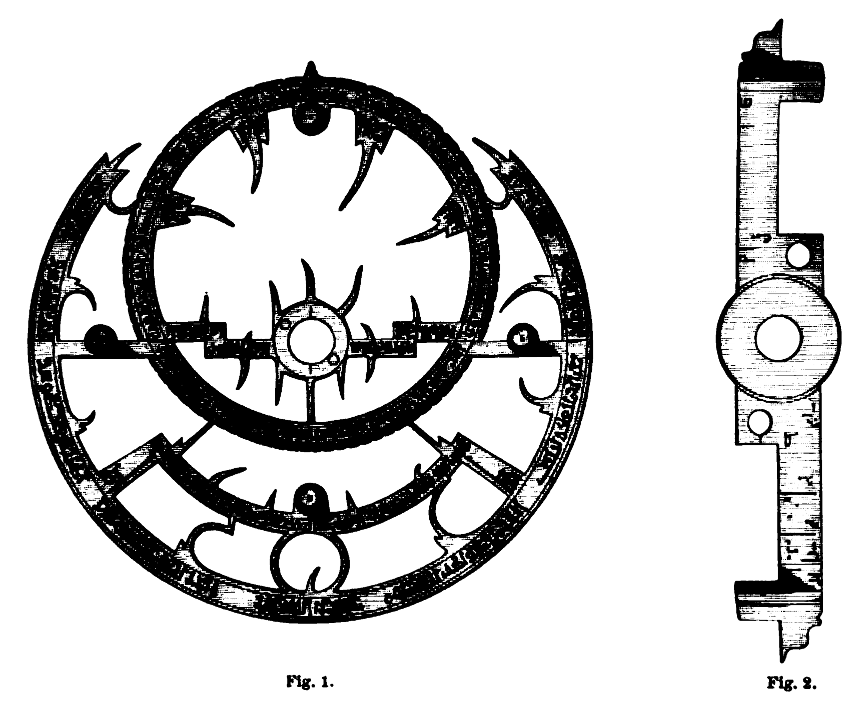


Fig. 1. Fig. 2.

ersichtliche durchbrochene Gestalt hat und mittels 4 Knopfgriffen für sich gedreht werden kann. Diese Scheibe heisst die Spinne. Endlich lässt sich um dieselbe Axe noch eine Alhidade (Fig. 2) drehen, welche neben der Rückseite der Hauptscheibe, dem sog. Rücken des Astrolabiums, auf die Axe aufgesteckt ist. Durch entsprechende Verriegelung der Axe werden die einzelnen Theile des Astrolabiums zusammengehalten; dasselbe wird an einem Ringe aufgehängt, so dass es sich vertical einstellt.

Die Alhidade ist, wie aus Fig. 2 zu ersehen, so ausgeschnitten, dass ihre Ableselinie in einem Durchmesser der Hauptscheibe liegt. Sie trägt zwei Diopter, deren jedes eine grössere Oeffnung von etwa 3 mm und eine kleinere von etwa 1 mm Durchmesser hat. Die kleinere war für Sonnen-, die grössere für Sternbeobachtungen bestimmt.

Von den 9 Scheiben, welche in der Vertiefung der Hauptscheibe liegen, diente die eine zu astrologischen Zwecken und kann hier ganz ausser Betracht bleiben. Jede der anderen 8 Scheiben enthält auf ihrer Vorder- und Rückseite je ein Netz

von Zeichnungen, von denen jedes einer verschiedenen Polhöhe zugehört. Die 16 Netze stellen in der Hauptsache stereographische Projectionen von Parallel- und Verticalkreisen der Himmelssphäre dar, wobei das Auge im Südpol der letzteren gedacht und die Projicirung auf die im Nordpol die Sphäre berührende Ebene ausgeführt worden ist. Für jede der 16 Polhöhen sind die Projectionen der dem Horizont parallelen kleinen Kreise von 6 zu 6 Grad, die Projectionen der Verticalkreise von 10 zu 10 Grad und endlich die Projectionen des Aequators und der Wendekreise auf dem betreffenden Netz verzeichnet.

Ebenso enthält die Spinne die stereographische Polarprojection der Oerter von 29 der hellsten Sterne sowie der Ekliptik. Letztere wird durch den in Fig. 1 sichtbaren Vollkreis dargestellt; seine ungleiche Eintheilung entspricht der gleichmässigen Theilung der Ekliptik von 6 zu 6 Grad. Die Projection eines jeden der 29 Sterne wird, wie aus der Figur zu ersehen, durch die Spitze eines Häkchens angegeben, das von einem der breiteren Metallstreifen ausläuft. Auf letzteren findet sich überall, wo es der Raum zulässt, am Fusse des Häkchens der arabische Name des betreffenden Sterns angegeben.

Der Rücken der Hauptscheibe wird durch concentrische Kreise in sechs Ringe eingetheilt. Der äusserste sowie der zweite Ring sind in 360 einzelne Grade getheilt, in die anderen 4 Ringe ist ein vollständiges Kalendarium, in geeigneter Weise auf einen Kreis vertheilt, eingetragen.

Von der Art, in welcher das Astrolabium benutzt wurde, dürften folgende Andeutungen eine Vorstellung geben: Befindet man sich an einem Ort, dessen Polhöhe gleich einer der 16 Polhöhen ist, welchen die vorhandenen 16 Netze entsprechen, und legt sodann die Einlegescheiben so in die Hauptscheibe ein, dass das in Betracht kommende Netz nach aussen unmittelbar neben der Spinne zu liegen kommt, so können, sobald mittels der Alhidade die Höhe eines der auf der Spinne verzeichneten Sterne genommen ist, die Azimuthe und Höhen aller anderen verzeichneten und über dem Horizont befindlichen Sterne am Astrolabium unmittelbar abgelesen werden. Man braucht zu diesem Behufe nur die Spinne soweit zu drehen, dass die dem mit der Alhidade eingestellten Stern zugehörige Spitze der Spinne genau neben denjenigen Parallelkreis des Netzes zu liegen kommt, welcher um die für jenen Stern abgelesene Höhe vom Horizont entfernt ist.

Aus diesem Verfahren ergiebt sich unter Anderem, in welcher Weise das Astrolabium zu angenäherten Breitenbestimmungen benutzt werden konnte, worüber Woepcke übrigens Nichts erwähnt. Man hatte mittels der Alhidade die Höhen zweier Sterne zu nehmen und hierauf auszuprobiren, für welches der 16 Projectionsnetze die den beiden Sternen zugehörigen Spitzen auf die betreffenden Höhenkreise zeigten.

Wenn anstatt der Sternhöhen eine Sonnenhöhe genommen wird, so wird der dem Stand der Sonne entsprechende Punkt der auf der Spinne befindlichen Projection der Ekliptik (an Stelle der Spitzen) eingestellt. Aus dem auf dem Rücken des Astrolabiums eingezeichneten Calendarium entnimmt man hierbei den Punkt der Ekliptik, in welchem sich die Sonne am Tage der Beobachtung befindet.

In welcher Weise mittels des Astrolabiums andere astronomische Probleme gelöst werden konnten, wird in der Woepcke'schen Abhandlung ausführlich dargelegt. Für Zeitbestimmungen ist unter Anderem auf der Alhidade noch eine Sonnenuhr ange-

bracht, die in Fig. 2 angedeuteten Striche stellen die Stundenlinien wahrer Sonnenzeit dar, den Schatten geben die als rechtwinklige Parallelepipeda gestalteten Diopter.

Eine Zusammenstellung älterer Leistungen der mechanischen Kunst, welche sich bis zu unserer Zeit erhalten haben, ist durch Dr. E. Gerland kürzlich veröffentlicht[1]) worden. Ausführliche Bescheibungen von wissenschaftlichen Apparaten, die aus früherer Zeit als dem vorigen Jahrhundert stammen, finden sich nur in geringer Zahl vor, insbesondere gilt dies von grösseren astronomischen Instrumenten. Doch sind u. a. zwei mit Zeichnungen ausgestattete ältere Werke auf uns gekommen, welche ein ziemlich vollständiges Bild von den Leistungen der Mechanik ihres Zeitalters darbieten. Das erste Werk ist: „Tychonis Brahe Astronomiae instauratae mechanica“ betitelt und zu Nürnberg im Jahre 1602 erschienen, es giebt in Wort und Bild ausführliche Beschreibung der von Tycho Brahe benutzten Instrumente. Der Charakter der letzteren findet sich auch in den Darstellungen des zweiten etwa 70 Jahre später im Jahre 1673 in Danzig veröffentlichten Werkes, der „Machina coelestis“ von Hevelius, wieder, nur dass hier alle mechanischen Einzelheiten weit vollkommener durchgebildet und ausgeführt erscheinen. Während z. B. Tycho's Instrumente 4 Fussschrauben zeigen, wendet Hevelius nur 3 Schrauben an; für Feinbewegungen, welche Tycho noch mit der Hand ausführte, hat Hevelius Schnurzugeinrichtungen oder Mikrometerschrauben vorgesehen; die künstlerische Ausschmückung der einzelnen Theile, auf welche bei den Hevelius'schen Instrumenten noch hingewiesen werden soll, vermisst man bei Tycho ganz.

Das berühmte Werk des Danziger Astronomen giebt in seiner ersten Hälfte eine genaue Beschreibung zahlreicher von Hevelius in seiner Privatsternwarte benutzten Instrumente, deren Zeichnungen in sorgfältigen zum Theil von Hevelius selbst herrührenden Kupferstichen beigefügt[2]) sind. Die nachfolgende Fig. 3 giebt in $^2/_3$ der Grösse des Originals die Vorderansicht eines grossen Azimuthal-Quadranten und zugleich in dem davor sitzenden Beobachter ein Bild des berühmten Eigenthümers. Das Instrument war auf Veranlassung von Hevelius' Lehrer, dem Danziger Professor Pet. Krüger, im Jahre 1618 begonnen und längere Zeit nach Krüger's Tode im Jahre 1644 in halbfertigem Zustande aus irgend einem Winkel hervorgeholt worden.

Was bei dem Bilde dieses Instruments zuerst ins Auge fällt, ist die dem Geschmacke der damaligen Zeit entsprechende künstlerische Ausschmückung der einzelnen fast durchweg aus Messing hergestellten Theile. Der 6 Fuss hohe Unterbau, welcher den festliegenden Azimuthalkreis von 4 Fuss Durchmesser trug, ebenso wie die Versteifungen und Streben des eigentlichen Quadranten, dessen Durchmesser 5 Fuss überstieg, waren in reichen Arabeskenformen ausgeführt; ausserdem waren

---

[1]) Beiträge zur Geschichte der Physik. Separat-Abdruck aus Leopoldina, Heft XVIII. Halle 1882.

[2]) Die von Hevelius benutzten Instrumente werden in der Regel als nicht mehr vorhanden angesehen, doch habe ich vor einigen Tagen in der hiesigen Kunst- und Verlagshandlung von R. Wagner in einer Sammlung älterer, wie es scheint, aus dem Nachlasse eines früheren Danziger Mechanikers, Namens Peters, stammender Apparate ein Winkelmessinstrument vorgefunden, das die Bezeichnung „ex apparatu Hevelii“ trägt und dessen Einrichtung, abgesehen von den wahrscheinlich neueren Dioptern, das charakteristische Gepräge H.'scher Constructionen trägt. Eine der Sammlung gleichfalls beiliegende Mikrometereinrichtung scheint sogar genau mit Hevelius' Zeichnungen übereinzustimmen.

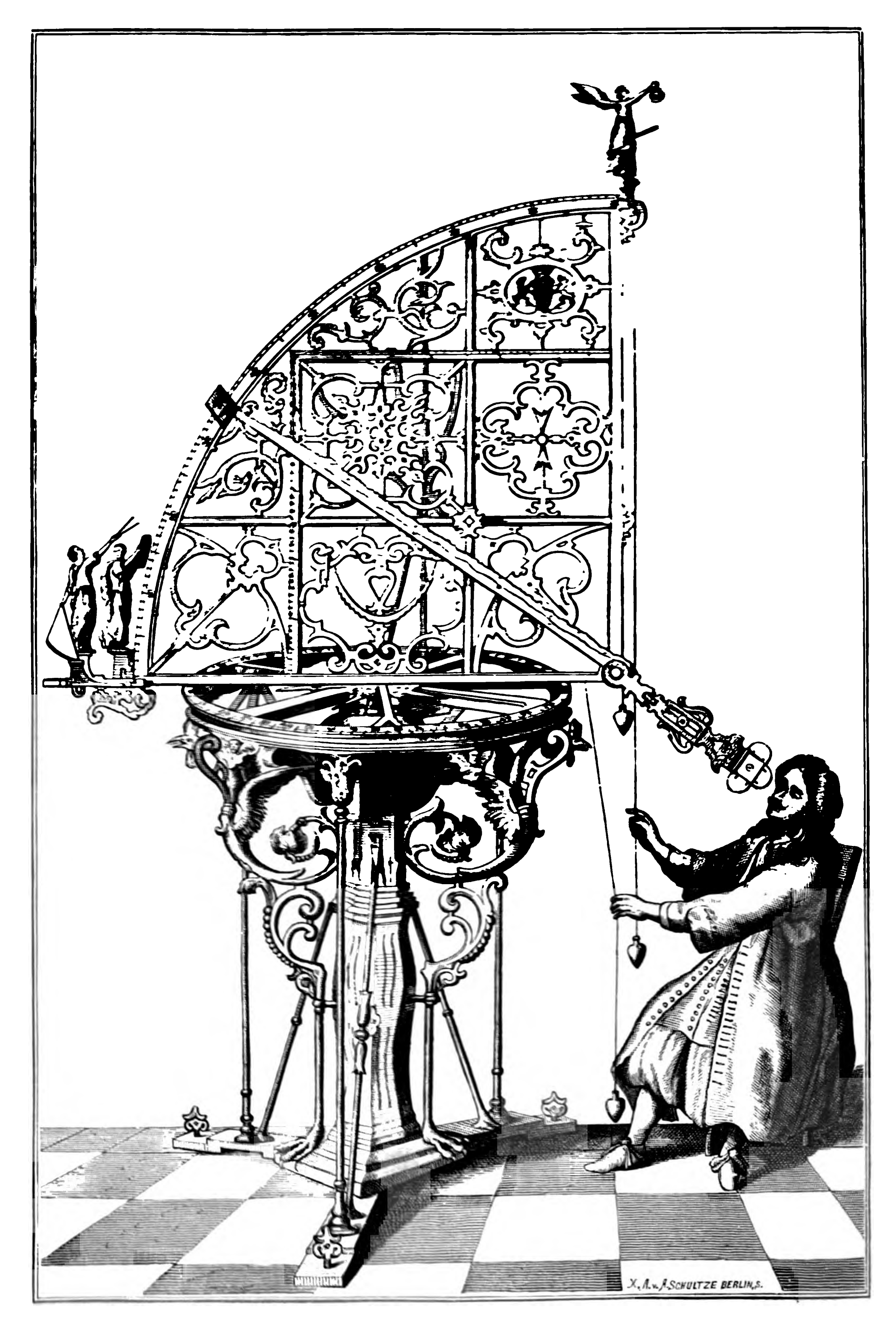


Fig. 8.

3 kleine Statuetten beigefügt, deren höchst stehende die Astronomie, deren andere die Arithmetik und die Geometrie versinnbildlichen sollten. Der Unterbau des Instruments trug 3 Fussschrauben; die Stellung des Quadranten zum Azimuthalkreise konnte durch ein Loth controlirt und durch 8 Schrauben regulirt werden. Der Quadrant stand etwas excentrisch gegen den Kreis, an seiner Rückseite war er an einem aus mehreren Streben zusammengesetzten horizontalen Rahmen befestigt, der gerade über dem Centrum des Kreises eine kurze Axe trug. Diese und mit ihr der Quadrant drehten sich um eine in das Kreiscentrum eingesenkte Pfanne aus Jaspis; sowohl der Quadrant wie auch der Rahmen liefen auf Rollen, um die Bewegung zu erleichtern. Ein mit dem Rahmen verbundener, in der Figur nicht sichtbarer Holzgriff ermöglichte es den Quadranten bequem zu drehen. Der Quadrant ebenso wie der Azimuthalkreis waren in ganze Minuten getheilt, Transversaltheilungen gestatteten Intervalle von 10 Secunden unmittelbar abzulesen, Intervalle von 5 Secunden noch sicher zu schätzen.

Wie auch aus Fig. 3 zu ersehen ist, hat Hevelius Fernrohre noch nicht an seinen Messinstrumenten angebracht, er hat nur mit Diopterlinealen gemessen, da er, obwohl das Mikrometer damals bereits bekannt war, der Ansicht war, dass eine unveränderliche Absehenslinie beim Fernrohr sich nicht feststellen liesse. Bei dem Azimuthalkreis war das nahe 8 Fuss lange Absehlineal um den Mittelpunkt des Quadranten drehbar. Die Bewegung des Lineals geschah mittels zweier Schnüre, die am oberen Ende des Diopters befestigt und in eine an der Peripherie des Quadranten entlang laufende Bahn eingelegt waren. Die eine Schnur ging nach oben fort, war an der Spitze des Quadranten um ein Röllchen geschlungen und lief von da an vertical nach unten; die andere Schnur ging nach unten fort und war so über Röllchen gelegt, dass sie an der horizontalen Seite des Quadranten entlang lief. Beide Schnüre endigten in kleinen Gewichten, welche zusammen das Lineal genau äquilibrirten; durch Ziehen an der einen oder der anderen Schnur konnte das Lineal höher oder tiefer gestellt werden. Nur die untere Seite des Lineals bildete eine gerade Linie, sie diente zur Ablesung am Quadranten, sowie auch an einem in diesen eingeschriebenen Quadrat, an welchem die Sinus der am Quadranten ermittelten Höhenwinkel direct abgelesen werden konnten.

Das Absehlineal trug zwei Diopter, das des oberen Endes bestand aus einer quadratischen Platte mit einem sehr feinen Loche, das Ocular aus einer Platte mit 3 Schlitzen, von denen die zwei gegenüberliegenden gleichzeitig erweitert und verengt werden konnten. Dies wurde in der Regel dadurch erreicht, dass der mittlere Theil der Platte ein Zahnrädchen trug, und die beiden gegenüberliegenden Aussentheile an zwei Zahnstangen befestigt waren, welche von zwei entgegengesetzten Seiten gegen das Rädchen drückten.

In Fig. 4 ist die Vorderansicht eines Oculardiopters dieser Art besonders dargestellt; hier sind nur zwei Schlitze vorhanden, durch sie hindurch werden oben und unten die Streben sichtbar, welche zu je einer Zahnstange zusammengehen. Der Knopf zur Bewegung des Zahnrädchens liegt vorn in der Mitte der Platte. Unterhalb der letzteren ist eine Schraube angebracht, mit Hülfe deren das ganze Diopter bewegt werden kann. Auch hier fehlt übrigens nicht die künstlerische Ausschmückung durch die Statuetten von Hipparch und Ptolemäus.

In Fig. 5 mag endlich noch ein einfacher Apparat dargestellt werden, dessen sich



Hevelius zum Schleifen von Linsen bediente. Auf einem in der Zeichnung weggelassenen hölzernen Pfahl lässt sich mittels des Schiebers *C* der Arm *D* auf- und abbewegen, der in eine Hülse endigt. Durch diese geht ein Holzcylinder hindurch, und hieran setzt sich der Kegel *Y* an. Der Kegel hat einen Ausschnitt, und dort ist mittels eines Scharniers an das — auf der unten liegenden Schleifplatte *M* besonders gezeichnete — Eisenstück *W* der Arm *K* befestigt, dem durch eine seitliche Schraube jede beliebige Neigung zur Verticalen gegeben werden kann. Der Arm *K* trägt das Werkzeug *S*, in das die zu schleifende Linse *L* eingelassen ist.

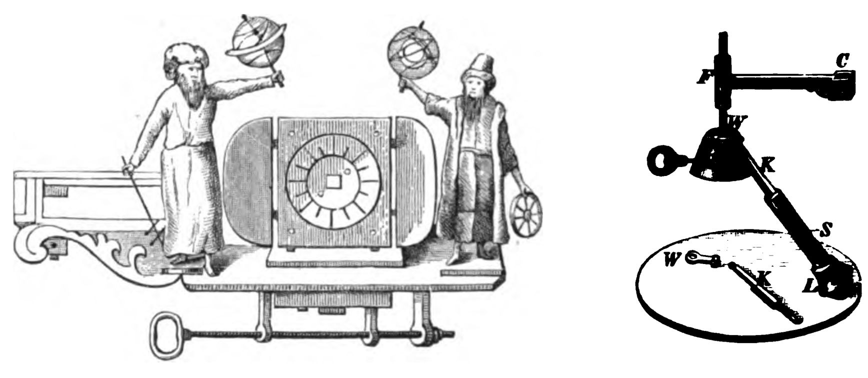


Fig. 4. Fig. 5.

Interessant sind auch die Zeichnungen der von Hevelius zum Beobachten benutzten Fernrohre. Eines hatte eine Länge von 150 Fuss; es wurde von einem hohen Mastbaum aus mit vielen Stricken dirigirt. Es bestand aus zwei senkrecht gegeneinander gestellten langen Brettern, an deren Enden Ocular und Objectiv in kurzen Rohrstücken befestigt waren. Dazwischen war eine grosse Zahl von Diaphragmen befestigt, deren Centren in der optischen Axe lagen, die aber durch ein Rohr nicht weiter eingeschlossen wurden. (Fortsetzung folgt.)

Kleinere Mittheilungen.

Das Durchgangsinstrument der k. k. Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus in Wien.

In der mechanischen Werkstätte von F. Schneider in Währing bei Wien ist für die k. k. Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus in Wien ein Durchgangsinstrument angefertigt worden, welches in allen wesentlichen Punkten jenen tragbaren gebrochenen umlegbaren Durchgangsinstrumenten gleicht, welche aus den Verbesserungsarbeiten Repsold's, Brauer's und Martins's hervorgegangen und seitdem für Instrumente dieser Art klassisch und typisch geworden sind. Eine wesentliche Abweichung besteht jedoch darin, dass das Stativ ganz aus einem Stück Stein hergestellt ist. Es geschah dies in der Absicht, ein möglichst stabiles Instrument zu schaffen; da dasselbe nicht zu Reisezwecken bestimmt ist, sondern den beständigen Dienst auf einer Station versehen und zu diesem Zweck auf längere Zeit fest aufgestellt werden soll, so war man der Rücksicht auf möglichst geringes Gewicht überhoben und konnte den diesbezüglichen Wünschen der Auftraggeber ohne Sorge entsprechen. Als Material für das Stativ diente Marzanastein, eine feste, gut polirbare Steinsorte, welche in Istrien gebrochen wird. Die Form des Stativs schliesst sich gleichfalls an

die übliche an; die sich nach unten kräftig verbreiternden Lagerböcke sind in einiger Höhe über der Grundplatte durch einen ebenso starken unten gewölbten Querbalken verbunden. Die Breite des steinernen Fusses, in der Richtung der Axe gemessen, beträgt 62,5 cm; das gebrochene Fernrohr hat 80 mm Oeffnung und 80 cm Brennweite.

Unter den sonst noch vorhandenen kleinen Abweichungen von der üblichen Construction ist noch die Einrichtung zur Erleuchtung des Gesichtsfeldes erwähnenswerth. Hierzu dient ein kleiner, vor dem Objectiv an verstellbarem Halter befestigter Planspiegel, welcher das mittels einer Linse gesammelte Licht einer in der Verlängerung der Axe aufgestellten Petroleum-Lampe, und zwar durch totale Reflexion in einem mit der Axe verbundenen und sich mit dieser drehenden Prisma von trapezförmigen Profil, empfängt und in das Innere des Fernrohres wirft, gleichviel bei welcher Neigung des letzteren beobachtet wird.

Neu erschienene Bücher.

Sta, Sol, ne moveare. IV. Leipzig 1882. Von Aug. Fischer.

Der (vierte) Angriff eines verständnisslosen Viellesers populär-astronomischer Schriften gegen die Theorie des Sonnensystems und die Analyse und Mechanik überhaupt, in welchem jeder Satz die Unwissenheit und Unfähigkeit des Verf. kennzeichnet. Wir nehmen davon ausnahmsweise Notiz, um Gelegenheit zu haben, gegenüber allen derartigen, leider nicht eben seltenen Versuchen schriftstellernder „Privatgelehrten“ unseren durchaus ablehnenden Standpunkt kundzuthun. *T.*

Die allgemeinen Fernsprecheinrichtungen der deutschen Reichs-Post- und Telegraphen-Verwaltung. Von C. Grawinkel, Kaiserlichem Postrath. Berlin, Julius Springer.

Nach einer historischen Einleitung, in welcher die Erfindung des Telephons als deutsche reclamirt wird, indem darauf hingewiesen wird, dass die amerikanischen Erfinder direct vom Reiss'schen Apparat ausgegangen sind, werden die äusseren Bedingungen für die Einrichtung des Fernsprechbetriebes im deutschen Reich mitgetheilt. Hierauf beschreibt der Verfasser bis ins Einzelste die technische Ausführung der Telephoneinrichtung, die Anlage der Linien, die Aufstellung der Apparate, die Einrichtung derselben und den Dienst, wie er in der deutschen Verwaltung gehandhabt wird.

Die Linien sind fast durchweg oberirdisch; nur für ganz kurze Strecken können mehradrige Erdkabel benutzt werden; sonst müsste für eine jede Linie ein eigenes Kabel gelegt werden, was die Anlagekosten zu sehr steigern würde. Als Leitungsdraht wird verzinkter Gussstahldraht verwendet; als Isolatoren dienen die auch in der Telegraphie allgemein üblichen Porzellandoppelglocken. Die Gestänge, die in den Städten meist auf den Dächern der Häuser angebracht sind, werden aus schmiedeeisernen cylindrischen Röhren gebildet.

Zur Verminderung des Tönens der Leitungen werden die Drähte möglichst schlaff gespannt und eine Reihe anderer Mittel dient dazu, die Uebertragung des Tönens auf die Häuser auf ein Minimum zu reduciren. Um etwaigen Schwierigkeiten, die von den Hausbesitzern aus Furcht vor Blitzgefahr gemacht werden, zu begegnen, werden die Gestänge selbst häufig in Blitzableiter umgewandelt, indem von denselben ein 4 mm starker Draht oder ein aus solchen zusammengesetztes Seil in feuchten Boden geleitet.

Die Einführung der Leitung in eine Fernsprechstelle erfolgt mittels eines Bleirohrkabels. Für den Weckapparat wird eine Batterie von 6 bis 12 Leclanché'schen Elementen mittlerer Grösse benutzt. Als Rückleitung für die Batterie wie für die Fernsprechleitung dient eine Erdleitung, die, wo es angeht, am besten durch die Röhren der Wasserleitung gebildet wird. Ist eine solche nicht vorhanden, so muss eine gute Verbindung mit feuchter Erde direct hergestellt werden; Gasleitungen dürfen aus mehrfachen Gründen nicht verwendet werden.

Was die Fernsprecheinrichtung selbst betrifft, so enthält dieselbe für Endstellen zwei



Telephone, eine sog. Schutzvorrichtung, eine Ein- und Ausschaltevorrichtung, eine Weckvorrichtung und einen Wecker. Die Telephone sind nach dem Siemens'schen System construirt. Die Schutzvorrichtung gegen Blitzgefahr besteht aus einer oben abgeflachten, aus drei von einander isolirten Messingstücken zusammengesetzten cylindrischen Spindel, die in den Löchern dreier aufrecht stehender Messingschienen ruht. Das mittlere Messingstück ist an seinen Enden zur Aufnahme einer Spule aus sehr feinem Kupferdraht abgedreht, die Enden dieser Spule sind mit den beiden äusseren Theilen der Spindel leitend verbunden. Der Strom geht nun durch diesen Draht von dem einen Endstücke zum anderen über. Geht aber durch Einwirkung atmosphärischer Elektricität ein zu starker Strom durch die Leitung, so schmilzt der verbindende Draht und stellt einen Contact zwischen dem ersten Endstück und dem Mittelstücke der Spindel her, von welchem aus die Ableitung zur Erde erfolgt. Die Innigkeit des Contactes zwischen den einzelnen Messingstücken und den zugehörigen Schienen ist durch eingelegte Federn gesichert. Die Ein- und Ausschaltung einer Fernsprechstelle erfolgt durch das Gewicht des einen oder der beiden Telephone. Die Weckvorrichtung besteht aus drei auf einer verticalen Grundplatte befestigten Messingschienen; an der untersten ist eine starke Feder angeschraubt. Diese trägt an ihrem oberen Ende einen aus dem Kästchen herausreichenden Knopf und in der Mitte einen Contact mit der mittleren Schiene. Wird der Knopf eingedrückt, so wird der mittlere Contact aufgehoben, dagegen mit der rückwärts gebogenen oberen Schiene ein solcher hergestellt. Hierdurch wird die Batterie geschlossen und ein Strom fliesst durch die Leitung und den mittleren Contact der anderen Station, wodurch der Wecker in Bewegung gesetzt wird.

Für Fernsprecheinrichtungen mit Zwischenstelle kommen zu den vorher beschriebenen Apparaten noch ein Umschalter, ein Relais, eine zweite Schutzvorrichtung für den zweiten Zweig der Leitung und ein zweiter vom übrigen System getrennter Wecker.

Es folgt dann die Beschreibung der Vermittlungsämter, ihre instrumentelle Einrichtung, ihre Verbindung mit den einzelnen Fernsprechstellen, sowie die Art ihres Dienstbetriebes.

Zum Schluss werden noch die Instructionen für die Benutzung der Fernsprechstellen und die Art des Betriebes auf den Vermittlungsämtern näher erläutert, die mit doppelten Wänden versehenen öffentlichen Fernsprechzellen an der Börse und in einzelnen Postanstalten beschrieben und endlich die Ausbreitung des Fernsprechwesens in den grösseren Städten Deutschlands im November vorigen Jahres in Zahlen angegeben.

Die vorliegende Schrift kann als eingehende und vollständige Beschreibung der Anlage und des Betriebes der Fernsprecheinrichtungen in Deutschland nur willkommen geheissen werden. *L.*

C. Hallez. *Traité élémentaire d'électricité.* Nancy, Berger-Levrault. 403 S. M. 3,85.

R. König. *Quelques expériences d'acoustique,* Paris, l'auteur. 248 S. fr. 10,00.

Th. Larchez. *Acoustique et optique dans les salles de réunion.* 518 S. Paris, Ducher & Co. fr. 12,00.

E. Mascart et J. Joubert. *Leçons sur l'électricité et le magnetisme.* Tome I: *Phénomènes généraux et théorie.* 736 S. Paris, Masson. fr. 20,00.

Ign. G. Wallentin. *Lehrbuch der Physik für die oberen Klassen der Mittelschulen.* 3. Aufl. Wien, Pichler. M. 3,60.

R. Arendt. *Technik der Experimentalchemie.* Bd. II, 3. u. 4. Lief. (Schluss) Leipzig, L. Voss.

G. Boschitz. *Markscheide-Tachygraphometer.* Wien 1881.

Liesegang's *Bibliothek für Photographen* No. 16: *Die Projektionskunst für Schulen, Familien und öffentliche Vorstellungen.* Düsseldorf, F. Liesegang.

Jahresbericht *des Directors der Nicolai-Hauptsternwarte, dem Comité erstattet am 20. Mai 1881.* Petersburg 1882.

E. Pickering. *Annual report of the Director of the Astronomical Observatory of Havard College.* Cambridge 1882.

A. Urbanitzky. *Die elektrische Beleuchtung und ihre Anwendung in der Praxis. (Mit besonderer Be-*



rücksichtigung der Ergebnisse der internat. elektr. Ausstellung in Paris 1881). Chemisch-technische Bibliothek Bd. 95. Wien, Hartleben. 240 S. M. 4,00.

Annales *de l'observatoire de Moscou. Publié par le professeur Th. Bredichin.* Bd. III. 1. Lief. mit 5 Tafeln Moskau. Leipzig, Voss. Sort. M. 6,00.

C. Flammarion. *Astronomie populaire. Description générale du ciel.* Mit 360 Fig., Tafeln, Himmelskarten u. s. w. 845 S. Paris, Marpon et Flammarion. fr. 12,00.

J. François. *Le guide du nivelleur. Traité pratique de nivellement à l'usage des élèves géomètres.* Mit 12 Fig. 104 S. Brüssel. fr. 4,00.

C. Friesach. *Der am 6. Dec. bevorstehende Vorübergang der Venus vor der Sonnenscheibe, vorausberechnet.* Wien, Gerold's Sohn. M. 5,00.

S. Newcomb. *Popular Astronomy. New and revised edition; with engravings, and five maps of the stars.* New-York. 12 sh. 6 d.

Th. Olivier. *Traité d'astronomie élémentaire à l'usage des établissements d'instruction.* 216 S. Brüssel. fr. 1,00.

Publicazioni *de R. Osservatorio di Palermo, anni 1880—1881.* Prof. G. Cacciatore, direttore. Palermo.

E. Bède. *La Téléphonie. Histoire, description et application des téléphones.* Mit Fig. 115 S. Brüssel. fr. 2,00.

J. R. Boymann. *Lehrbuch der Physik für Gymnasien, Realschulen und andere höhere Lehranstalten.* 4. Aufl. Düsseldorf, Schwann. M. 4,00, geb. M. 5,00.

Le Comte Th. du Moncel. *Le Téléphone.* Mit 141 Fig. 395 S. Paris, Hachette & Co. fr. 2,25.

R. Ferrini e G. Pogliaghi. *La luminosità elettrica dei gas e la materia radiante.* Milano, Frat. Dumolard.

C. M. Gariel. *Traité pratique d'électricité comprenant les applications aux sciences et à l'industrie.* Mit 150 Fig. 220 S. Paris, Doin. fr. 6,00.

E. Hospitalier. *The Modern Applications of Electricity. Translated and enlarged by Julius Maier.* Mit vielen Illustrationen. 464 S. London, Low. 16 sh.

G. Krebs. *Lehrbuch der Physik und Mechanik für Real- und höhere Bürgerschulen, Gewerbschulen und Seminarien.* Wiesbaden, Bergmann. 4. Aufl. M. 3,60, geb. M. 4,00.

F. Rosenberger. *Die Geschichte der Physik.* 1. Th. *Die Geschichte der Physik im Alterthum und im Mittelalter.* Braunschweig, Vieweg & Sohn. M. 3,60.

Seggel. *Ein doppelrohriges metrisches Optometer.* München, L. Finsterlin. M. 0,20.

L. Weiller. *Lignes téléphoniques aeriennes. Emploi du fil de bronze phosphoreux.* 10 S. Paris, Derenne.

Comité *internationale des poids et mesures. Procés-verbaux des séances de 1881.* Paris, Gauthier-Villars.

Karmarsch und **Heeren's** *technisches Wörterbuch.* 3. Aufl. 54. Lief. bearbeitet von Kick und Gintl. Prag, Haase. M. 2,00.

Mathematische *und naturwissenschaftliche Mittheilungen aus den Sitzungsberichten der Königl. Preuss. Akademie der Wissenschaften zu Berlin.* Jahrgang 1882. 1. Heft. Berlin, Dümmler. Compl. M. 8,00.

A. Tollhausen. *Technologisches Wörterbuch in franz. deutsch. und engl. Sprache.* Deutsch-engl.-franz. Th. 2. Aufl. Leipzig, B. Tauchnitz. M. 8,00.

Journal- und Patentlitteratur.

Ueber ein Photometer zur Messung der chemischen Wirkung des Lichts.

Von H. W. Vogel. Verhdl. d. physik. Ges. in Berlin. Sitzung v. 31. März 1882.

Der Verf. benutzt für sein Photometer oder vielmehr Aktinometer die sehr empfindlichen Gelatinetrockenplatten, welche, aus Gelatine-Emulsion gleicher Herstellung gefertigt, dieselbe Empfindlichkeit zeigen, in Verbindung mit einer (schon 1869 von Taylor vorgeschlagenen) Diaphragmen-Scale, welche eine in arithmetischer Progression fortschreitende Reihe der Lichtstärken liefert. Diese Scale besteht aus einer dünnen Metallplatte, die auf einen Holzblock mit 24 cylindrischen, innen geschwärzten Röhren geschraubt ist. In diese Platte sind gleich grosse Löcher gebohrt in der Art, dass über dem ersten Rohr sich ein Loch befindet, über dem zweiten zwei, über dem dritten drei und so fort bis 24.

Steht ein solches Instrument einer breiten völlig gleichmässig erleuchteten Fläche gegen-



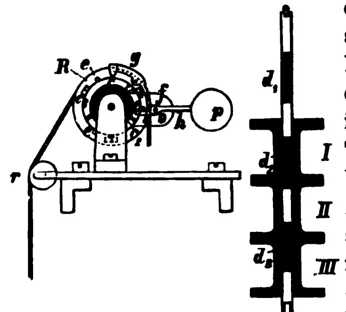
über, so ist offenbar die Helligkeit am Grunde der Röhren proportional der Anzahl der Löcher. Sind die Röhren hinreichend lang, so dass die schief durch die Oeffnungen gehenden Strahlen nur einen kleinen Winkel mit den senkrecht durchgehenden bilden, so kann die Helligkeit an allen Punkten der Röhrenbasis als gleich angenommen werden. Die Röhren sind an ihrem unteren Ende durch eine zweite Blechplatte geschlossen, in der Nummern eingeschnitten sind, welche die Zahl der über der Röhre befindlichen Oeffnungen angeben. Hinter diese Nummernplatte kommt die lichtempfindliche Platte zu liegen. Zum Einlegen derselben ist die Hinterseite des Instruments ähnlich einer photographischen Cassette construirt.

Die Vorderseite enthält eine Klappe, die mittels eines Handgriffs gedreht werden kann. Behufs Belichtung stellt man das Instrument in genau 1 m Entfernung einem durch die Lichtquelle völlig gleichmässig erleuchteten Reissbrett gegenüber, das mit einem Bogen photographischen „Rohpapieres" (das weisseste Material, welches im Handel existirt und sehr gleichmässig geliefert wird) bespannt ist, und belichtet durch Aufheben die Klappe. Dann wird die Platte nach einer der herkömmlichen photographischen Methoden entwickelt und nach gründlicher Messung unfixirt bei kräftigem Lampenlicht, vor dem man jedoch das beobachtende Auge zu schützen hat, betrachtet. Aus den niedrigsten noch eben sichtbaren Nummern wird auf die Helligkeit der Lichtquelle geschlossen, da diese bei gleicher Beobachtungsdauer dem reciproken Werthe der betreffenden Nummer proportional ist. Zur Vergleichung verschiedener Gelatine-Emulsionen dient ein Doppelapparat, in welchem je eine Platte der verschiedenen Bereitungsweisen gleichzeitig exponirt wird. Andererseits kann man auch alle Beobachtungen auf eine Normallichtquelle reduciren, welche durch Verbrennung von 1 g Magnesiumdraht in 1 m Entfernung von dem Papierschirm gewonnen wird. Nothwendig ist völlige Gleichheit in der Temperatur und Zusammensetzung des Entwicklers. *T.*

Neuerungen an elektrischen Lampen.

Von Ludwig Scharnweber in Karlsruhe i. B. D. R. P. 15323 v. 19. Oct. 1880. Kl. 21.

Bei Lampen für lange Brenndauer wird zum Reguliren des Lichtbogens eine Spule angewendet, die aus drei Abtheilungen I, II und III besteht und in welcher sich der obere Kohlenhalter auf- und abbewegt. Dieser besteht entsprechend den drei Spulenabtheilungen aus drei Eisenkernen d_1, d_2, d_3, die durch Messingstücke von einander getrennt sind. Der Kohlenhalter hängt an einer Schnur, die über zwei Rollen R und r geführt ein Gegengewicht trägt, welches den Kohlenhalter ziemlich ausbalancirt. Der Lichtbogen bildet sich, indem die Eisenkerne von den Spulen eingezogen werden. Dies geschieht aber nicht mit allen drei Kernen zugleich, sondern die Spulen wirken eine nach der anderen. Mit der Rolle R ist von ihr isolirt ein Ring verbunden der aus drei von einander isolirten Theilen c_1, c_2, c_3 besteht, die mit den drei Spulen in leitender Verbindung stehen und zwar c_1 mit I, c_2 mit III und c_3 mit II. Auf diesem Ringe ruht, durch eine Feder f angedrückt, ein Gleitstück g, welches jeweilig mit einem seiner Theile in Berührung ist. Tritt der Strom in die Spulen, so geht er nach derjenigen, die mit dem Ringstück verbunden ist, auf welchem g gerade ruht, hier also nach I. Diese Spule wirkt auf den Kern d_1 und der Lichtbogen bildet sich. Wird dieser zu gross, so lässt die Wirkung der Spule I nach, der Kohlenhalter sinkt und hierdurch kommt g mit c_2 in Berührung, es wird also Spule III eingeschaltet und zieht nun Kern d_3 in sich hinein. Die Wirkung der Spulen wird noch zeitweilig unterstützt durch ein Gewicht p, welches an einem umdrehbaren Hebel h sitzt und abwechselnd hebend auf Stifte e an der Rolle R, also drehend auf diese wirkt.



Einfache Methode zur Calibrirung von Thermometern.

Von Holman. Americ. Journ. of Science. XXIII S. 278.

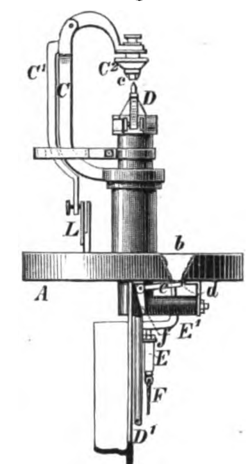
Die vom Verf. angegebene Methode entspricht der altbekannten, gewöhnlich nach Gay-Lussac benannten Calibrirungs-Methode, bei welcher durch Aneinandersetzen desselben Quecksilberfadens gleiche Röhrenvolumina gewonnen werden, oder vielmehr ihrer Modification durch Hällström, ist

jedoch in sofern etwas umständlicher, als nicht unmittelbar beobachtete, sondern durch graphische Interpolation gewonnene Fadenlängen benutzt werden. Der Verf. geht daher wohl zu weit, wenn er seine Methode, nicht nur was die Einfachheit, sondern auch was die Genauigkeit der Resultate anlangt; der Methode Neumanns, welche übrigens in Amerika nur in der durch Thiesen gegebenen Modification bekannt ist, gleichzustellen oder gar vorzuziehen scheint. *T.*

Neuerungen an elektrischen Lampen.

Von Edward Easton in Westminster England. D. R. P. 15712 v. 19. Dec. 1880. Kl. 21.

Die obere Elektrode C^2, welche ein Stück Kupfer *c* trägt, ist an einem im Arme *C* drehbar gelagerten Hebel C^1 befestigt. Die untere Elektrode wird aus einem Kohlenstab *D* gebildet, der in einem mit Längsschlitz versehenen Rohre D^1 steckend, durch den in diesen Schlitz fassenden Stift E^1 des Schiebers *E* nach oben bewegt wird, indem eine endlose Schnur *T*, die an letzterem befestigt und über zwei Rollen geleitet ist, durch ein Gewicht so bewegt wird, dass der Schieber *E* gehoben wird. Dieses Heben der unteren Elektrode wird aber im geeigneten Moment unterbrochen. Die obere Elektrode C^2 nämlich wird von der unteren mit gehoben und es kommt der sie tragende Hebel C^1 sodann mit einer Feder *L* in Contact, wodurch eine auf Schnur und deren Gewicht wirkende Bremsvorrichtung *T* in Thätigkeit gesetzt wird, bis die Kohle *D* soweit abgebrannt ist, dass sich die obere Elektrode senkt, und den Contact zwischen C^1 und *L* unterbricht. Die Lampe wird mit einer Glasglocke versehen; um aber die nöthige Luft zuzuführen, ist die die Glocke tragende Platte *A* mit zwei Oeffnungen versehen, deren eine *b* behufs Regulirung des Luftzutritts mittels Ventil *e*, das am Anker *f* eines kleinen Elektromagneten *d* sitzt, beliebig geschlossen oder geöffnet werden kann.

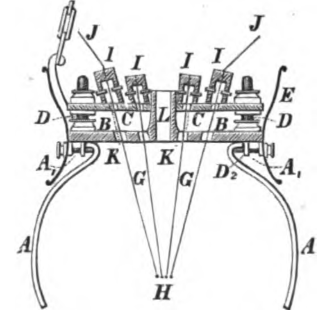


Neuerung in elektrischer Beleuchtung.

Von E. J. H. Gordon in Dorking, Surrey, England. — D. R. P. 16522. vom 24. Juni 1880. Kl. 21.

Erfinder benutzt die secundären Ströme von Inductionsspiralen, welche durch eine magnetoelektrische Maschine mit alternirenden Strömen erregt werden und leitet diese secundären Ströme in eine Lampe, welche folgende Construction hat:

Ein Glasglobus *A* wird mittels Schrauben A_1 die durch die Enden D_2 der Schrauben *D* gehen, an einer Platte *B* festgehalten. Mit dieser ist durch die Schrauben *D* eine Hartgummiplatte *C* verbunden, welche die röhrenförmigen Halter für die vier Stiele *G* aus Platindraht tragen. An den unteren Enden dieser Stiele *G* sitzen Kügelchen *H* aus Iridium. Die beiden äusseren Stiele *G* sind mit den Leitungsdrähten *J* verbunden. *K* sind Oeffnungen in den Platten *B* und *C*, welche den Dräthen *G* Durchgang gestatten und gleichzeitig Luft in das Innere des Glasglobus *A* gelangen lassen. Durch den Canal *L* kann die erwärmte Luft ausströmen.



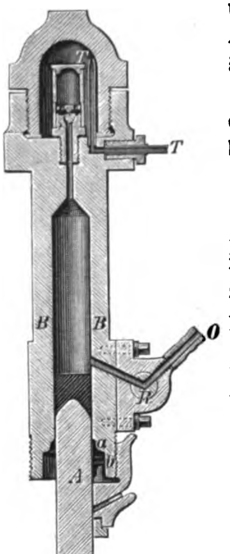
Neue Compressionspumpe für Gase.

Von Cailletet. Compt. Rend. 94. S. 623.

Verf. hat der Compressionspumpe eine Anordnung gegeben, welche ihm erlaubt, grosse Mengen von Kohlensäure und Stickstoffoxydul flüssig zu machen, sowie auch andere schwer flüssig zu machende Gase auf Drucke von über 200 Atmosphären zu comprimiren. Der sogenannte schädliche Raum ist nach Verf. dadurch gänzlich vermieden, dass der Pumpenkolben mit Quecksilber umgeben ist, welches keinen leeren Raum im Cylinder lässt.

Die von einem kleinen Motor entwickelte Kraft wirkt auf eine gekrümmte Welle, welche das Flügelrad trägt, und überträgt sich auf eine Kurbelstange, deren unteres Ende einen doppelt gegliederten und am Boden des Apparates befestigten Balancier in Bewegung setzt. Das freie

Ende dieses Balanciers, welcher in seiner Bewegung eine gerade Linie beschreibt, giebt dem Pumpenkolben *A* eine alternirende Bewegung in dem Cylinder *B*. Die eingepressten Lederstücke *a* und *b* sowie das Quecksilber, welches den Kolben umgiebt und den zwischen ihm und dem Körper der Pumpe frei gelassenen Raum ausfüllt, verhindern das Austreten der comprimirten Gase nicht minder wie das Eintreten der äusseren Luft, während die Pumpe arbeitet.



Der Stahlhahn *R* ersetzt das Saugventil; er wird in Bewegung gesetzt durch zwei Hebelarme, welche im geeigneten Moment den Weg öffnen bzw. verschliessen, den das durch die Oeffnung *O* eintretende Gas verfolgt.

Bei jeder Umdrehung des Flügelrades wird etwa $^1/_3$ Liter Gas comprimirt.

Wenn das Gas eine genügende Spannung erlangt hat, so hebt es das Ebenholz-Ventil *S* und tritt in die Röhre *TT*; durch diese geht es dann in einen anliegenden Kupfer-Cylinder und dann in den Recipienten. Eine zweite Röhre, ähnlich *TT* (in der Fig. nicht gezeichnet), verbindet den Apparat mit einem Manometer, so dass man den erreichten Druck messen kann.

Um grosse Mengen von comprimirtem Gas aufzuspeichern, wendet Verf. metallische Cylinder, 4 Liter haltend, an, welche unter einander in Verbindung stehen.

Das Oelen der einzelnen Theile bewirkt Verf., wegen des angewendeten Quecksilbers, nicht mit den gewöhnlichen Mitteln. Er verwendet hierzu entweder Glycerin oder das bei der Destillation des Petroleum gewonnene Vaseline.

Im Anschluss an die Beschreibung der Pumpe bemerkt Herr Debray, dass der Apparat im Laboratorium der *École normale* seit einem Monat mit Erfolg benutzt werde.

Verbessertes Skioptikon.

Von Otto Wigand in Zeitz. Centr.-Zeit. f. Opt. u. Mech. 1882. No. 9.

Der Apparat ist eine verbesserte Form des älteren Skioptikon. Durch Abänderung der Petroleum-Lampe ist ein intensiveres weisses Licht erzielt und durch geeignete Construction des Brennkastens und des reflectirenden Hohlspiegels wird eine bessere Ausnutzung der producirten Lichtmasse erreicht.

Die Petroleumlampe ist durch ein Charnier mit dem Brennkasten verbunden und kann mit diesem aus dem Körper des Skioptikon leicht herausgezogen werden. Sie besitzt zwei parallele Flachbrenner von 4,2 cm Breite, welche, wie bei der alten Construction, unmittelbar auf dem Oelbehälter angebracht sind In Folge einer stärkeren Einschnürung der Flamme — was durch die muschelförmigen Erhöhungen im Boden des Brennkastens bewirkt wird — sowie in Folge der geringeren Entfernung der Flamme von den Dochthaltern wird die zuströmende Luft gezwungen, sich inniger mit den Verbrennungsgasen zu mischen; es resultirt hieraus eine vollkommenere Verbrennung und ein intensiveres Licht.

Der Brennkasten ist nach vorn und hinten gleichmässig stark abgeschrägt. Das nach hinten fallende Licht trifft daher den dort angebrachten sphärischen Hohlspiegel in seiner ganzen Fläche. Bei der älteren Construction verdeckte die untere Fläche des Brennkastens ungefähr die Hälfte des Hohlspiegels und es wurde daher nur ein Theil des Lichtes ausgenutzt.

Ferner lässt sich das Objectiv bedeutend mehr, wie bei dem älteren Apparat, von den Beleuchtungslinsen entfernen. Hierdurch ist es möglich, mancherlei physikalische Experimente, welche sonst nur in nächster Nähe beobachtet werden konnten, auch einem grösseren Zuschauerkreise zur Anschauung zu bringen.

In Fällen, wo das Petroleumlicht nicht ausreicht, wird die Lampe sammt Brennkasten entfernt und an ihre Stelle eine handliche und sehr bequem zu regulirende Kalklichtlampe gestellt.

Kleinere Notizen.

Bolometer. Von S. P. Langley. Maschinenbauer, 1882. Heft 17.

Das Bolometer ist ein nach ähnlichen Principien wie das Edison'sche Mikrotasimeter (vergl. diese Zeitschr. **1**, S. 303) construirtes Instrument, welches äusserst minimale Temperaturverände-

rungen wahrzunehmen erlaubt und vielfach als Ersatz für die Thermosäule verwendet werden kann. Der Apparat besteht im Wesentlichen aus einer Anzahl (etwa 20) sehr feiner Stahl-Platin- oder Palladiumstreifen von 0,002 mm Stärke, 0,5 mm Breite und 5,5 mm Länge, welche zwischen die beiden Zweige einer Wheatstone'schen Brücke geschaltet werden. Von den beiden Streifensystemen, welche in Hohlcylinder eingeschlossen sind, wird das eine von der einfallenden Wärme getroffen, während das andere durch entsprechende Abblendung geschützt ist. Durch die stattfindende Erwärmung der betreffenden Streifen wird alsdann der Leitungswiderstand in beiden Zweigen verändert und in Folge der verschiedenen Stromstärken ein Ausschlag am Galvanometer hervorgebracht, durch welchen Temperaturdifferenzen von 0,00001° C noch messbar sein sollen.

Das Instrument hat vor der Thermosäule jedenfalls den Vorzug grösserer Empfindlichkeit voraus, da bei gleichen Massen die Einwirkung der Wärme eine ungleich intensivere sein muss. *B.*

Bestimmung des Verhältnisses zwischen elektrostatischer und elektromagnetischer absoluter Einheit. Von F. Exner. Anz. d. k. Akad. d. Wiss. z. Wien. 1882. No. XII.

Der Werth dieses Verhältnisses wird dadurch gewonnen, dass die elektromotorische Kraft eines Daniell'schen Elementes in den beiden Maasseinheiten ausgedrückt wird und ergiebt sich zu $3{,}07 \cdot 10^{10}$. Für ein Daniell gewöhnlicher Construction mit geringem Widerstande ergab sich die elektromotorische Kraft im statischen Maass = 0,00325, im magnetischen = 0,997 Volts. Dieselben Grössen erhalten für ein sogenanntes Normal-Daniell mit grossem Widerstande die Werthe 0,00357 und 1,097 Volts.

Herstellung von Lichtpausen mittels Gummi-Eisen Processes. Von Dr. J. M. Eder und G. Haugk. Gewerbehalle 1882. Lieferung 5.

Bereits seit geraumer Zeit wird namentlich in grösseren Etablissements zur Vervielfältigung von Zeichnungen und Plänen ein eigenthümliches Lichtpausverfahren unter Benutzung von sogenanntem Cyanotypepapier angewendet, das die Wiedergabe der Originale in weissen Linien auf blauem Grunde bewirkt. Bei aller Einfachheit dieses Verfahrens soll indessen für Laien namentlich die Herstellung und Aufbewahrung des getränken Papieres nicht leicht sein. Den Bemühungen Dr. Eder's und Haugk's ist es nun gelungen, das Verfahren erheblich zu vereinfachen und so umzugestalten, dass es blaue Linien auf weissem Grunde giebt, was weit besser dem Bedürfnisse entspricht.

Dr. Eder tränkt das zu benutzende Papier mit einer citronensauren Eisenlösung und belichtet es kurze Zeit unter der Zeichnung, wodurch sich Eisenoxydul bildet; legt man nun das erstere in ein Bad von Blutlaugensalz, so färben sich unter Bildung von Berlinerblau (Eisencyanürcyanid) nur die nicht vom Licht getroffenen Stellen blau. Zu der Eisensalzlösung fügt man noch etwas Gummi arabicum hinzu, der auf dem Papier eine Firnissschicht erzeugt, welche die Anlehnung der vom Licht getroffenen Stellen des Eisencyanürcyanids an die Papierschicht verhindert. Durch Behandlung mit verdünnter Salzsäure und darauf folgender Abspülung in Wasser wird alsdann der Gummiüberzug wieder beseitigt und es bleibt ein blaues Bild auf weissem Grunde zurück.

G. Haugk giebt folgende, im Dunkeln aufzubewahrende Gummi-Eisenlösungen zur Tränkung des Papieres an: 30 bis 35 Theile Gummi arabicum (1:5) werden mit 2 bis 3 Theilen Eisenchlorid (1:2) in 10 Theile einer Lösung von oxalsaurem Eisenoxyd-Ammoniak (6:10) gebracht. Eine andere Mischung wird erhalten durch 20 Theile Gummi arabicum (1:5), 5 Theile Eisenchlorid (1:2) und 8 Theile einer Lösung von citronensaurem Eisenoxyd-Ammoniak (1:2)*).

Die lichtempfindliche, klebrige Lösung wird mehrere Tage vor dem Copiren mit einer weichen Bürste oder einem Pinsel auf gut geleimtes Zeichenpapier rasch und gleichmässig aufgetragen und das letztere durch Aufbewahrung in einem warmen dunklen Raum getrocknet und geschützt.

Das Copiren auf Pauspapier ist durch Belichtung in der Sonne während 5—10 Minuten, im Schatten in 15—20 Minuten vollständig beendigt und es erscheint alsdann ein hellgelbes Bild auf dunkelgelbem Grunde. Wird das auf diese Weise copirte Bild auf dem Brett am Tage mit einer Lösung von gelbem Blutlaugensalz (1:5) rasch bestrichen, so bildet sich fast augenblicklich die Zeichnung in dunkelblauer Farbe; darauf wird das Papier ohne die Rückseite zu benetzen im Wasser abgespült und in verdünnte Salzsäure gelegt, wodurch sich die Gummischicht abschuppt

*) Die in Parenthesen gesetzten Zahlen geben das Verhältniss der Substanzen zum Lösungsmittel (Wasser) an.

und eine intensivere Färbung der blauen Linien eintritt. In gewöhnlicher Weise wird endlich die Copie in Wasser abgespült und getrocknet. *B.*

Apparat zur Bestimmung der Biegung astronomischer Fernröhre. Von Marth. The Observatory. 1882. Juniheft.

In der Mai-Sitzung der astronomischen Gesellschaft zu London zeigte Marth ein Modell eines Apparates zur Bestimmung der Biegung astronomischer Fernröhre vor. Zwei Objectivgläser, zwischen welchen sich ein zur Hälfte versilberter Spiegel befindet, werden in dem Tubus des zu untersuchenden Teleskopes befestigt. Das eine Objectivglas hat das Objectiv des Instruments im Focus, und das andere die Fäden des Oculars, so dass eine Marke im Objectiv direct durch den nicht versilberten Theil des Spiegels gesehen werden kann, während gleichzeitig die Fäden durch Reflexion gesehen werden. Der Betrag der Biegung wird dann durch die Stellung der Bilder bestimmt. Es ist wesentlich, dass der Reflector sehr fest befestigt wird, so dass er mit dem Transit-Kreise gedreht werden kann. Die Objectivgläser des Biegungs-Apparates brauchen nicht genau senkrecht zur Axe des Teleskopes zu stehen, da es sich um Differenzbeobachtungen handelt.

Zur Begründung einer kleinen Sternwarte in Besançon (Compt. Rend. **94**. 1234) sind von dem Bureau des Longitudes in Paris einleitende Schritte gethan worden. Es ist in der Nähe von Besançon ein provisorisches Beobachtungshaus gebaut und die Längendifferenz zwischen diesem und dem Observatorium des Bureau des Longitudes bestimmt worden. Es ergab sich als Resultat: $14^{m}\ 36^{s},505$.

Für die Werkstatt.

Ueber den Einfluss von Kupfer und Schwefel bei Verarbeitung des Stahles in der Wärme. Maschinen-Constructeur 1882, Heft 11.

Nach Wasum's Untersuchungen soll, entgegen der Annahme Eggert's, welcher 0,5% Kupfer im Stahl als diejenige Quantität bezeichnet, die Rothbruch herbeiführt und den Stahl bereits unbrauchbar macht, und entgegen der namentlich in Amerika verbreiteten Ansicht, dass 0,2% Kupfer die Güte des Stahles wesentlich beeinträchtigt, ein Gehalt von 0,86% Kupfer noch keine Spur des Rothbruches bewirken.

Schwefel im Betrage von 0,1% soll bei weichen und manganarmen Stahlsorten schon schädlich sein und 0,15% gilt als diejenige Menge, bei deren Anwesenheit sicher Rothbruch zu erwarten ist.

Treten beide schädlichen Beimengungen, was öfter der Fall ist, gleichzeitig auf, so führen dieselben nicht stärkeren Rothbruch, als Schwefel allein, herbei. *B.*

Eine neue Methode zur Verkupferung von Eisen. Techniker, IV. Jahrgang. No. 16.

M. F. Weil giebt ein Verfahren an, Guss- Schmiedeeisen und Stahl ohne weitgehende Vorbereitungen zu verkupfern, welches höchste Gleichmässigkeit des Niederschlages und der genauen Wiedergabe der feinsten Details mit dem Vortheil verbindet, die Gesundheit des damit Arbeitenden in keiner Weise zu gefährden, wie dies bei früheren Methoden der Fall ist. Die sonst verwendeten schädlichen Cyanide werden nämlich durch organische Säuren und Glycerin ersetzt, welche, an sich unzersetzbar, keine Erneuerung der organischen Materialien nöthig machen. Eine weitere Eigenthümlichkeit dieser alkalisch-organischen Lösungen besteht ferner darin, Eisenoxyd aufzulösen, ohne metallisches Eisen anzugreifen, wodurch die Reinigung der Gegenstände wesentlich erleichtert wird. Die etwaige Erneuerung der Kupferoxyde ist mit Leichtigkeit durch einfaches Probiren zu bestimmen.

Nach demselben Verfahren lassen sich, unter Anwendung entsprechender Salze auch Nickel, Kobalt und Antimon auf Eisen niederschlagen. *B.*

Notiz

zu dem im vorigen Hefte S. 209 enthaltenen Aufsatze

Ein neues Mikrotom mit automatischer Messerführung.

Auf Ersuchen des Herrn Verfassers, Mechaniker E. Boecker in Wetzlar, bringen wir hiermit zur Kenntniss unserer Leser, dass die Construction des neuen Mikrotoms vor Nachahmungen gesetzlich geschützt ist.

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Buchdruckerei von Gustav Schade (Otto Francke) in Berlin N.



Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Geschäftsführender Ausschuss der Herausgeber:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. **H. Landolt**, Vorsitzender. **R. Fuess**, Beisitzer. Reg.-Rath Dr. **L. Loewenherz**, Schriftführer.

Redacteur: Dr. Georg Schwirkus.

II. Jahrgang. **August 1882.** Achtes Heft.

Die Correctionsfassung bei Objectivsystemen für homogene Immersion.

Von

Prof. Dr. **Leopold Dippel** in Darmstadt.

Nachdem ich mich in No. 6 des Botanischen Centralblattes gelegentlich eines Referates über die Abhandlung Prof. van Heurck's „*Notes sur les objectifs à Immersion homogène etc.*“ aus praktischen Gründen und gemäss meiner Erfahrungen bei dem wissenschaftlichen Gebrauch gedachter Objectivsysteme gegen die von dem genannten Mikroskopiker empfohlene Einführung der Correctionsfassung und gegen das damit Hand in Hand gehende Preisgeben des für das wissenschaftliche Arbeiten praktisch wichtigsten Vortheiles, welchen uns die homogene Immersion gebracht hat, ausgesprochen, ist diese Fassung neuerdings auf Grund einer Veröffentlichung von Dr. G. E. Blackham[1]) wieder zur Sprache gebracht worden[2]).

Mehrseitige, auf diese neuere Veröffentlichung wie auf die von Dr. J. Edwards Smith in seinem Werkchen „*How to work with the microscope*“ ausgesprochene Ansichten hin gegen mich geäusserte Bedenken betreffs meiner Auffassung der Sache, sowie die Mittheilung von Professor Abbe, dass er vorerst nicht zur Veröffentlichung seiner mir brieflich ausführlich dargelegten Ansichten gelangen werde, veranlassen mich, die einer eingehenden Erörterung wohl bedürftige Frage über die Zweckmässigkeit der Correctionsfassung für Objectivsysteme homogener Immersion im Anschluss an Prof. Abbe's Auseinandersetzungen hier etwas ausführlicher zu besprechen.

Betrachten wir die Sache zunächst von Seite der Theorie, so muss einerseits allerdings zugestanden werden, dass die Correctionsfassung von rein theoretischem Gesichtspunkte aus gewisse, praktisch jedoch ohne erhebliche Bedeutung erscheinende Vortheile im Gefolge haben kann, während andererseits sich unzweifelhaft nachweisen lässt, dass andere, ihr noch weiter zugeschriebene als auf völlig haltlosen Ansichten beruhende, eingebildete zu betrachten sind.

Die zu erreichenden Vortheile erstrecken sich wesentlich auf folgende Punkte.

Erstlich ist man beim Vorhandensein der Correctionsfassung in Bezug auf verschiedene Immersionsflüssigkeiten nicht so streng an eine solche von bestimmtem Brechungsindex gebunden, wie bei fester Fassung, sondern kann mit Flüssigkeiten

[1]) Proc. Am. Soc. of Micr. 1881 S. 61—64.

[2]) Journ. of the Royal Micr. Soc. London, Juni 1882 S. 407 ff.

wechseln, welche in gewissen — aber immerhin sehr engen — Grenzen verschieden sind.

Dann kann man beim Gebrauch einer Immersionsflüssigkeit, welche den Brechungsindex des Crownglases nicht genau erreicht — wie es bei den meisten bisher üblichen, mit Ausnahme des verdickten Cedernholzöles der Fall ist — auch noch für innerhalb der sonst gezogenen Grenzen stark schwankende Deckglasdicken eine vollständige Correction erreichen.

Ferner ist man im Stande diejenigen (verhältnissmässig ziemlich beträchtlichen) Abweichungen zu corrigiren, welche bei in Luft liegenden Objecten (Trockenpräparaten, die jedoch bei dem wissenschaftlichen Gebrauche der homogenen Immersion nur wenig in Betracht kommen dürften,) dann herbeigeführt werden, wenn letztere nicht fest an dem Deckglase anhaften, sondern durch eine dünne Luftschicht von demselben getrennt sind.

Endlich ermöglicht es die Correctionsfassung, dasselbe Objectivsystem an längerem oder kürzerem Tubus zu verwenden, während man anders auf ziemlich enge Grenzen in der Tubuslänge beschränkt ist.

Diesen wenigen Punkten gegenüber gehört nun aber zu den eingebildeten Vortheilen alles das, was von den Vertheidigern der Correctionsfassung noch ausserdem hervorgehoben worden ist, wie z. B. die Möglichkeit genauester Correction bei der durch Temperaturschwankungen veranlassten Veränderung des Brechungsindex einer bestimmten Immersionsflüssigkeit, bei Aenderung der optischen Eigenschaften der Deckgläser und bei verschiedener Accommodationsfähigkeit des Auges verschiedener Beobachter.

Dass der Unterschied in dem Brechungsindex der Immersionsflüssigkeit, welcher durch verschiedene Temperatur des Beobachtungsraumes hervorgerufen wird, bei dem regelmässigen Gebrauche der in Frage kommenden Objective, wobei die Temperaturschwankungen keine sehr bedeutende sein können, praktisch ohne Bedeutung ist, habe ich früher schon (a. a. O.) ausgesprochen. Aber auch theoretisch betrachtet, erscheint die Sache von nur geringem Gewicht. Bei dem Cedernholzöle beträgt nämlich die Veränderung in dem Brechungsindex nach Messungen von Prof. Abbe ungefähr 0,003 für eine Temperaturänderung von je 3° C. Da nun die Correction der Objectivsysteme für eine mittlere Temperatur von 18 bis 20° C. bewirkt wird und die jeweiligen Temperaturgrade, bei welchen normale mikroskopische Untersuchungen vorgenommen werden — selbst, wenn wir sehr weite Grenzen annehmen — sicher zwischen 15 bis 28° C. enthalten sind, so erreicht die grösste zu gewärtigende Abweichung des Brechungsindex von dem mittleren Werth höchstens zwei bis drei Einheiten der dritten Decimalstelle. Die mit dieser kleinen, zudem in einer sehr dünnen Schicht stattfindenden Veränderung verknüpfte Aenderung in der Divergenz der eintretenden Strahlen und die in deren Gefolge auftretende Störung der sphärischen Correction ist, obgleich sie an der Silberplatte bei sehr genauer Prüfung noch nachgewiesen werden kann, doch jedenfalls um Vieles kleiner, als diejenigen Abweichungen von der besten Correction, welchen man entgegenzusehen hat, wenn man diese letztere bei einem beliebigem Objecte mittels der Correctionsfassung aufsuchen will. Daraus geht aber hervor, dass diese so stark betonte, durch Temperaturwechsel hervorgerufene Abweichung in dem Brechungsindex der Immersionsflüssigkeit, welche man mittels der Correctionsfassung ausgleichen soll, von



zweien Uebeln jedenfalls das kleinere bildet und demnach zur Beseitigung der festen Fassung keinen Anlass geben kann.

Noch weniger aber als die berührten Schwankungen können die in dem Brechungsindex verschiedenen Deckglases vorausgesetzten Verschiedenheiten zur Einführung der Correctionsfassung Veranlassung geben. Diese sind nämlich nach den Ermittelungen von Prof. Abbe, welche an Deckgläsern ausgeführt wurden, die verschiedenen Zeiten einer etwa zehnjährigen Periode der Herstellung entstammen, so äusserst gering, dass sie praktisch geradezu gleich Null gesetzt werden können.

Was endlich den von J. Edwards Smith in seinem Buche „How to work with the microscope" und diesem sich anschliessend von G. E. Blackham (a. a. O.) unterstellten Einfluss verschiedener Accommodationsfähigkeit der Augen angeht, so ist derselbe, wie eine einfache theoretische Betrachtung lehren kann, geradezu in das Reich der Träume zu verweisen. Nehmen wir z. B. eine 800fache Vergrösserung und zwei Beobachter an, deren Augen je auf Sehweiten von 100 mm und unendlich accommodirt seien, so lässt sich der hierdurch bedingte Unterschied in der Einstellung, d. h. in dem wirklichen Objectabstande, unter Voraussetzung eines Linsensystemes, welches beiderseits, d. h. in dem Object- und Bildraume Luft hat, aus der Grundformel

$$x x^* = - f^2$$

leicht berechnen. Nach derselben ist für ein weitsichtiges Auge, da hier $x^* = \infty$ wird, $x = 0$, für eine Sehweite von 100 mm, also für $x^* = -100$, $x = \frac{f^2}{100}$ und da bei Anwendung auf das Mikroskop als Ganzes

$$f = \frac{250}{N}$$

$$x = \left(\frac{250}{N}\right)^2 \cdot \frac{1}{100},$$

mithin in unserem Falle etwas mehr als 0,0009 mm oder 0,9 μ und wenn man das Object in einem Medium von $n = 1{,}50$ liegend annimmt, nicht ganz 1,5 μ. Nun bildet aber diese höchst kleine Focusverschiebung erst das Maass für die Veränderung des Strahlenganges in dem Objectivsysteme, von welchem die betreffende Abweichung herrührt und es ist die Aberration, welche der Verschiedenheit der Sehweiten entspricht, wenn man einmal annimmt, dass für $x = 0$ richtig corrigirt sei, selbst für den grösstmöglichen Oeffnungswinkel für jenes x noch viel geringer und allgemein gar nicht bestimmbar, da sie ebenso, wie die Verschiebung der Linsen gegeneinander (durch die Correctionsfassung) von der besonderen Construction des Objectives abhängt. Nehmen wir auch an, es betrage diese Verschiebung der Linsen, welche zur Ausgleichung des der berechneten Einstellungsdifferenz entsprechenden, äusserst kleinen Unterschiedes in dem Strahlengange und der damit verbundenen Störung der sphärischen Correction erforderlich wird, selbst 0,1 μ oder 0,0001 mm, was offenbar viel zu hoch gegriffen ist, so wäre dies immer noch eine Grösse, welche sich durch keine mechanische Vorrichtung, am wenigsten aber durch den Mechanismus einer Correctionsfassung erreichen lässt. Wenn nun J. Edwards Smith dem durch die Theorie unzweifelhaft festgestellten Sachverhalt gegenüber einen Fall anführt, wobei zur Ausgleichung der Verschiedenheit in der Accommodations-

fähigkeit seines eigenen Auges und desjenigen eines zweiten Beobachters (Mr. Charles Spencer) drei Abtheilungen der Theilung der Correctionschraube erfordert wurden, so ist dies ganz und gar widersinnig. Seine Darlegung beweist eben nichts anderes, als dass die vorliegende Thatsache von ihm gänzlich falsch gedeutet worden ist, indem er etwas für Wirkung verschiedener Accommodationsfähigkeit ansah, was nichts weiter ist, als „persönliche Gleichung“ in der Beurtheilung des „besten Bildes“ und sonach vollständig auf rein subjectivem Ermessen beruht.

Fassen wir jetzt die Frage auch von praktischer Seite näher ins Auge, so mag zunächst zugegeben werden, dass die technischen Bedenken gegen die Correctionsfassung nicht so schwer wiegende sind, dass man von ihr absehen müsste, wenn wirklich praktische Vortheile dagegen einzutauschen wären. Denn wenn auch die höchste Vollendung der Centrirung, wie sie bei fester Fassung möglich wird (in der Zeiss'schen Werkstätte werden die übrigbleibenden Excentricitäten mit Sicherheit unter 1 μ gebracht), bei der Correctionsfassung nicht erreicht und namentlich nicht für die Dauer gewährleistet werden kann, so ist nach den von Prof. Abbe vorgenommenen Prüfungen an Correctionssystemen von Powell & Lealand und Dr. Zeiss bei höchst sorgfältiger Arbeit doch noch eine genügende Genauigkeit zu erlangen. Auch der Kostenpunkt, den ich früher betonte, würde nicht in Betracht kommen, da, wie Prof. Abbe ausdrücklich bemerkt, die technischen Schwierigkeiten bei Herstellung der festen Systeme — wegen der endlichen Feststellung der Linsendistanzen bis auf Bruchtheile eines Hundertel Millimeters herab — nicht kleiner ausfallen, als bei solchen mit Correctionsfassung und damit die Preise für beide Arten sich etwa gleichstellen. Nach dieser Richtung hin wäre also kein Einwand gegen die Einführung der Correctionsfassung zu erheben.

Nun fragt es sich aber, ob und inwieweit die der Theorie zufolge möglichen Vortheile auch in der Praxis und zwar ohne Beeinträchtigung der Gebrauchsfähigkeit der in Frage kommenden Systeme verwirklicht werden können. Und da muss ich mich denn wie schon früher auf Grund meiner Erfahrungen und angestellter Versuche (mittels eines $^1/_{12}$ und $^1/_{20}$ von Seibert in Wetzlar), sowie in vollem Einklange mit der Ueberzeugung Prof. Abbe's dahin aussprechen, dass für den eigentlich wissenschaftlichen Gebrauch des Mikroskopes zur Erforschung unbekannter Objecte und Structureinzelheiten der von Verwendung der Correctionsfassung zu erwartende Gewinn nicht nur so gut wie völlig illusorisch ist, sondern dass dieselbe vielmehr mancherlei schwer ins Gewicht fallende Nachtheile mit sich führt.

Bei der Beobachtung von Diatomeenzeichnungen, die man schon so und so oft gesehen hat und deren Structur so einfache und charakteristische Merkmale bietet, wird es gerade nicht allzu schwer durch Versuchen annähernd die beste Correction zu finden, indem man nach Schärfe und Deutlichkeit des Bildes urtheilt. Für Solche, die vorzugsweise Diatomeenstructuren studiren, oder die es sich zur Aufgabe gestellt haben, Probeobjecte zum soundsovielten Male zu demonstriren — und von ihnen ist ja das Verlangen nach dieser Einrichtung ausgegangen — mag die Correctionsfassung daher einen kleinen Gewinn in der Schärfe des Bildes jener Structuren herbeiführen und ihnen demzufolge als ein erwünschtes Requisit erscheinen, und so mag sie für dieses Feld des Studiums gerne zugestanden werden, da sie bei derartigen Arbeiten wenigstens keinen erheblichen Schaden anrichten kann.



Ganz anders aber liegt die Sache für den Histologen. Bei den für diesen in Frage kommenden Objecten ist es — namentlich wenn letztere von sehr zarter und zusammengesetzter Structur sind — fast völlig unmöglich, durch Probiren die beste Correction zu finden, da man, indem man nach dem „besten Bilde“ sucht, ebenso oft auf eine völlig falsche Correction (welche falsche Bilder liefert) kommen kann, als auf die richtige. Damit ist aber allen möglichen subjectiven Einbildungen und falschen willkürlichen Deutungen der weiteste Spielraum eröffnet und es erscheinen der grossen Unsicherheit und den groben Abweichungen gegenüber, welche die wirkliche Verwendung der Correctionsfassung einführt, diejenigen Abweichungen von der besten Correction, welche bei sonst verständigem Gebrauch der mit fester Fassung und sorgfältiger Correction für eine bestimmte Tubuslänge und eine bestimmte Immersionsflüssigkeit versehenen Objectivsysteme übrig bleiben, als ganz unerheblich und unschuldig.

Will man für ein Objectivsystem die beste Correction für eine vorliegende Deckglasdicke erzielen, so giebt es überhaupt — und hierin stimmen meine gerade in der neuesten Zeit bei der Prüfung zahlreicher Objectivsysteme aus den verschiedensten Werkstätten gemachten Erfahrungen mit denjenigen von Prof. Abbe vollkommen überein — nur ein Object, mittels dessen man mit voller Sicherheit und mit einem kleinsten Maasse von subjectivem Ermessen diese so genau erreichen kann, dass man eine Gewähr dafür hat, an allen Objecten von beliebiger Structur richtige Bilder (ohne falsche Niveaudifferenzen u. dgl.) zu sehen. Dieses Object bilden die Contouren der Abbe'schen Probeplatte, an denen man das richtige Zusammenwirken aller Zonen der freien Oeffnung beurtheilen kann. Dass an die Silberplatte die Structuren der Diatomeenschaalen in Bezug auf Verlässlichkeit noch lange nicht hinanreichen, das beweist am besten der von J. Edwards Smith angeführte Fall, bei dem die persönliche Gleichung wahrlich keine kleine Rolle gespielt hat. Und wenn nun selbst an einem solchen Objecte wie an dem dort gebrauchten — Diatomeenstreifungen von vollständig bekannter Beschaffenheit — der Spielraum subjectiver Willkür bei Einstellung der Correctionsschraube auf das „beste Bild“ schon so entschieden hervortritt, wie gross mag er dann erst werden, wenn es sich um unbekannte zarte Structuren von beliebiger Zusammengesetztheit handelt? Und wie mag unter solchen Umständen die Verwendung der Correctionsfassung mehr ein Gegenstand des Missbrauches, als des nützlichen Gebrauches werden? Bei den starken Trockensystemen und den Objectiven für Wasserimmersion bildet die Correctionsfassung unter den dargelegten Umständen ein nothwendiges Uebel, welches man eben hinnehmen muss. Wo man dieselbe jedoch entbehren kann, da würde es geradezu eine Thorheit sein, sie zu Gunsten von ganz untergeordneten und unerheblichen Vortheilen beizubehalten. Namentlich ist die Correctionsfassung bei der homogenen Immersion für alle wissenschaftliche Arbeiten ganz entschieden zu verwerfen. Die geringe (praktisch fast bedeutungslose) Beengung in dem Gebrauch von Objectivsystemen mit fester Fassung kann man sich um so eher gefallen lassen, als einerseits jedes derartige System auf Wunsch für den kurzen continentalen sowohl, als für den langen englischen Tubus abgeglichen und so der persönlichen Liebhaberei Rechnung getragen werden kann, während man andererseits da, wo es auf die schärfsten Beobachtungen ankommt, leicht im Stande sein wird, bei dem Crownglase nicht vollkommen gleichen Immersionsflüssig-



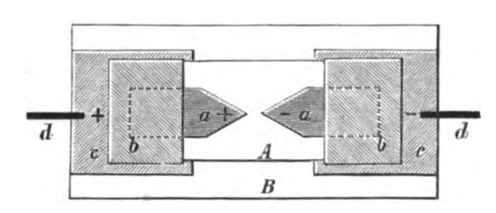
keiten eine geeignete mittlere Deckglasdicke — die stärksten Zeiss'schen Systeme gestatten ja noch solche von 0,15 mm — einzuhalten. Unter allen Umständen giebt man mit der festen Fassung nur unwesentliche Annehmlichkeiten und kaum in Betracht kommenden Gewinn auf, während man dabei weit grössere Vortheile erreicht und ganz beträchtliche Uebel vermeidet.

Daher sei es denn zum Schlusse nochmals wiederholt: Für alle histologischen und ähnliche wissenschaftliche Untersuchungen halte man für die Objectivsysteme der homogenen Immersion an der festen Fassung unweigerlich fest! Und wenn man ein solches System mit Correctionsfassung hätte, so sage ich mit Professor Abbe: „Man lasse dieselbe nach sorgfältigem Ausprobiren der besten Correction für mittlere Verhältnisse mittels der Silberplatte niet- und nagelfest verschrauben, damit sie keinen Unfug anrichten kann."

Eine verbesserte Vorrichtung, mikroskopische Beobachtungen unter dem Einfluss elektrischer Schläge anzustellen.

Von
O. Stroebelt in Düsseldorf.

Man schneidet zwei Stanniolstreifen *bb* zurecht von etwa 20 mm Breite und 35 mm Länge. Diese legt man auf den Objectträger (englisches Format, in nebenstehender Figur bezeichnet mit *A*) an beiden Enden so, dass ihre längste Seite mit der kürzesten des Objectträgers genau abschneidet. Die überstehenden Enden beiderseits werden nach unten hin umgeklappt. Nimmt man nicht allzu dünne Stanniolplatten, so haften dieselben genügend am Objectträger, auch wenn sie nicht aufgekittet werden.



Unter diese Platten schiebt man nun von aussen her Stanniolstreifen mit zugespitzten Enden (*aa*). Diese lassen sich also beliebig einander nähern und beliebig von einander entfernen. Nun legt man den Objectträger auf eine grössere Glasplatte *B*, auf welche zwei Stanniolstreifen *cc* gekittet sind, wie es die Figur zeigt. Die Streifen *cc* stehen vermittels daran befestigter Zuleitungsdrähte *dd* mit der Elektricitätsquelle in Verbindung. Die Glasplatte *B* kann auf dem Mikroskoptische festgeschraubt werden.

Der Vortheil dieses Apparates vor den älteren, bei denen die Stanniolstreifen *bb* und *aa* ein Stück bildeten und auf dem Objectträger festgekittet waren, beruht in Folgendem. Man kann den Zwischenraum zwischen den zugespitzten Enden der Stanniolstreifen *aa* — dem positiven und negativen Pol — beliebig vergrössern und verkleinern; man kann leicht Stanniolplättchen mit stumpferen oder spitzeren Polen einschieben; man kann die Vorrichtung an demselben Objectträger anbringen, auf welchem die Voruntersuchung stattgefunden hat, ist also der oft lästigen Arbeit des Uebertragens überhoben; man kann, wenn man den Einfluss der Elektricität auf das Object beobachtet hat, die weitere Behandlung und in vielen Fällen auch den

Einschluss auf demselben Objectträger machen, nachdem man die Stanniolplatten *aa* und *bb* nach beiden Seiten weggeschoben hat. Dadurch ist an Zeit und Arbeit wesentlich gespart.

Düsseldorf, im Mai 1882.

Zur Geschichte der Entwickelung der mechanischen Kunst.

Von
Dr. L. Loewenherz in Berlin.

(Fortsetzung.)

II. Historische Notizen über die Herstellung optischen Glases.

Newton hatte erkannt, dass die ungleiche Brechbarkeit der verschiedenen Farbstrahlen eine der Hauptursachen der Unvollkommenheit der damaligen Refractionsfernrohre war. Er überzeugte sich, dass eine Linse, auf welche weisses Licht einfällt, die violetten Strahlen in einem ihr näheren Punkte vereinigt als die rothen und dass man demnach, wenn hinter der ersten Linse eine zweite aufgestellt wird, die von den violetten und rothen Strahlen herrührenden Bilder nicht gleichzeitig deutlich wahrnehmen kann. Nun ging er aber weiter von der nicht gerechtfertigten Voraussetzung aus, dass in jedem Spectrum, aus welcher Substanz das brechende Medium, das Prisma oder die Linse, auch bestehe, die Farbenzerstreuung die nämliche wäre, und dies führte ihn zu dem unrichtigen Schlusse, dass es überhaupt unmöglich wäre, dioptrische Fernrohre herzustellen, die in weissem Licht durchaus scharfe und farblose Bilder geben. Er führte sogar einen Versuch an, um zu beweisen, dass in verschiedenen Medien das Verhältniss des Zerstreuungswinkels zum mittleren Brechungswinkel stets dasselbe wäre[1]). Gilbert[2]) nimmt an, dass dieser Versuch nachträglich und nur aus dem Gedächtniss aufgeschrieben worden sei. Herschel[3]) nennt jedoch den störenden Nebenumstand, der bei Newton's Versuch eingetreten ist und sein Ergebniss verfälscht hat. Newton versuchte nämlich, ob die Refraction eines Glasprismas durch ein Wasserprisma aufgehoben werden könne; unglücklicher Weise setzte er aber, um die Brechbarkeit des Wassers zu erhöhen, demselben Bleizucker bei, und so „beraubte ihn das grosse Zerstreuungsvermögen der Bleisalze, von dem

---

[1]) Newton's Annahme ging dahin, dass für jede Farbe (Wellenlänge) λ, unabhängig vom brechenden Medium, der sogenannte Dispersions-Index $p = \frac{\delta\mu}{\mu_0 - 1}$ eine Constante wäre (es bedeute μ_0 das Brechungsverhältniss für irgend eine fundamentale Wellenlänge λ_0 und $\delta\mu$ den Ueberschuss des Brechungsverhältnisses der Farbe λ über μ_0).

Ueber die verschiedenen Werthe, welche p für verschiedene Medien annimmt, vergl. u. a. J. F. W. Herschel, Light, S. 574. Mit Hülfe zweier verschiedener Medien ist Achromasie dann erreichbar, wenn das Verhältniss der den beiden Medien für verschiedene Farben zugehörigen Dispersions-Indices ein und dasselbe ist; nur wenn dies gleichzeitig für alle Wellenlängen der Fall ist, ist vollständige Achromasie möglich. Die aus verschiedenen Glassorten, Kronglas und Flintglas, hergestellten achromatischen Linsen pflegen nur die zwei lebhaftesten Farben des Spectrums wirklich zu vereinigen, die anderen unvereinigten Farben bilden dann ein sogenanntes secundäres Spectrum.

[2]) Gilbert's Annalen 1810, Bd. 34, S. 242 Anm.

[3]) a. a. O. S. 411.



er natürlich nicht die geringste Ahnung haben konnte, einer der grössten Entdeckungen der physikalischen Optik".

Newton's Ansicht erfuhr zwar im Anfang von manchen Seiten Widerspruch, doch wurde sie bald ganz allgemein als richtig angesehen, obwohl einer der Hauptvertreter von Newton's Lehren, David Gregory, bereits im Jahre 1695 den Ausspruch[1]) that: „Es würde vielleicht nützlich sein, das Object eines Fernrohres aus verschiedenen Medien zusammenzusetzen, wie wir es bei den Augen von der Natur gethan sehen, die niemals eine Sache umsonst unternimmt." Doch kannte Gregory die Verschiedenheit der Dispersion in den verschiedenen Medien noch nicht und kann deshalb als Entdecker der Achromasie nicht angesehen werden. Newton hatte, weil er eine Verbesserung der dioptrischen Fernrohre für unmöglich hielt, die Spiegelteleskope empfohlen, und deshalb machte die Kunst, Fernrohre herzustellen, in der ganzen folgenden Zeit keine Fortschritte, bis Euler 1747 die Behauptung aufstellte, ein Objectiv, aus zweien, Wasser zwischen sich einschliessenden Linsen zusammengesetzt, könne sehr wohl die Farbenzerstreuung aufheben. Er stützte sich auf die nicht ganz strenge Annahme, dass im menschlichen Auge die Farbenzerstreuung vollständig aufgehoben werde, und ging bei seinen Berechnungen von einer eigenthümlichen Hypothese aus. Diese wurde indessen von anderen Zeitgenossen nicht anerkannt, vorzugsweise allerdings weil es den, wie man glaubte, durch einen Versuch erwiesenen Anschauungen Newton's widersprach.

Die Optiker der damaligen Zeit waren gegen Behauptungen der Theoretiker überhaupt sehr misstrauisch, um so natürlicher war es, dass sowohl Dollond als Clairaut sich gegen Euler erklärten, bis 1754 endlich Klingenstjerna's Untersuchungen in Newton's Schlüssen über die bei allen Körpern nach einerlei Gesetzen erfolgende Farbenzerstreuung Unrichtigkeiten aufdeckten. Dies erst veranlasste John Dollond, einen Versuch mit einem Wasserprisma und einem Glasprisma anzustellen, das Ergebniss dieses Versuches führte ihn im Jahre 1757 dahin, Prismen aus Glasarten verschiedener Brechbarkeit so zusammenzuordnen, dass sie keine Farbenzerstreuung bewirkten, obgleich sie eine Brechung des Lichtes veranlassten, und endlich brachte er im Jahre 1758 achromatische Gläser, zuerst aus zwei, bald auch aus drei Linsen zusammengesetzt, zu Stande.

Uebrigens soll Chester More Hall weit früher (angeblich schon 1733) achromatische Fernrohre mit starken Vergrösserungen verfertigt haben[2]), indessen wird die Richtigkeit dieser Mittheilung angezweifelt[3]), obwohl auch in einem dem französischen Institute über Flintglas im Jahre 1809 erstatteten Gutachten[4]) der nach Rochon's Erzählung[5]) in dieser Angelegenheit gegen Dollond gefällten richterlichen Entscheidung Erwähnung geschieht. Jedenfalls ist über diese Fernrohre nirgends etwas Näheres bekannt geworden, und es scheint, als ob schon zur Zeit Dollond's More Hall's Entdeckung wieder in Vergessenheit gerathen war.

Nach Dollond's glücklichem Erfolge suchten Clairaut und d'Alembert, wie auch Klingenstjerna die Theorie der achromatischen Linsen zu vervollkommnen,

---

[1]) Poggendorff's Geschichte der Physik S. 573.
[2]) Herschel, a. a. O. S. 410.
[3]) Gehler's Wörterbuch. Neue Ausgabe. Bd. 4. Abth. 1. S. 471.
[4]) Gilbert's Annalen 1810 Bd. 34 S. 243.
[5]) Gilbert's Annalen 1800 Bd. 4 S. 309.

konnten aber keine den Künstlern nützliche Anleitung geben, vielmehr blieben die achromatischen Fernrohre von Dollond lange Zeit die allein brauchbaren. Euler wiederum fand, dass seine Theorie der Farbenzerstreuung mit den Dollond'schen Versuchen durchaus nicht übereinstimmte, und sah sich schliesslich genöthigt, als Clairaut ihn überzeugte, dass nicht etwa die nur durch einen Zufall glücklich ausgefallene Gestalt der Gläser, sondern eine den Versuchen gemäss angeordnete Form derselben die Vorzüglichkeit der Dollond'schen Teleskope begründe, seine eigene Theorie aufzugeben. Er fing nunmehr 1771 an, die Dollond'sche Erfindung durch eigene Untersuchungen aufzuklären, woran sich dann weitere Bemühungen der Astronomen Fuss und Kügel im Jahre 1778 anschlossen. Diese theoretischen Untersuchungen konnten indessen nicht bewirken, dass die Fernrohre einen noch grösseren Grad von Vollkommenheit erreichten, vielmehr wurden, obgleich Peter Dollond seinen im Jahre 1761 verstorbenen Vater John Dollond noch übertroffen und Fernrohre mit dreifachen Objectiven von $3^1/_2$ Fuss Brennweite von der grössten Vollkommenheit geliefert hat, selbst in England die achromatischen Fernrohre schlechter, weil das dazu erforderliche Flintglas in schlechter Qualität verfertigt wurde. Nach einer Erzählung Ramsdens soll nämlich das vortreffliche Glas, dessen sich Dollond bediente, von einer Glashütte im Norden Englands hergerührt haben, wo ein Block von Flintglas vorhanden war, der, durch Auslaufen aus einem Risse eines Tiegels entstanden, jahrelang in der Gluth gelegen hatte und erst beim Einreissen des Ofens aufgefunden worden war. Diesem Umstande soll es zuzuschreiben sein, warum es später, auch in England, so schwer war, gute brauchbare Stücke von Flintglas zu beschaffen.

Bevor wir die weitere Entwickelung der Kunst, optisches Glas herzustellen, darlegen, sei es vergönnt, auf seine Zusammensetzung und die Schwierigkeiten seiner Herstellung kurz einzugehen.

Nach Prechtl[1]) soll für das zu den Convexlinsen der Achromaten gebrauchte Kronglas sich unter Anderem folgende Zusammensetzung empfehlen: 100 kg gepochter Quarz, 36 kg Pottasche, 16 kg gebrannter Kalk, 4 kg Kochsalz und etwa 60 g Arsenik; für das Flintglas, das Glas von grösserem Zerstreuungsvermögen, sollen 100 kg Quarz, 100 kg Mennige, 20 bis 30 kg Pottasche, 2 kg Salpeter und 60 g Braunstein gewählt werden. Wenn man das Zerstreuungsvermögen des Flintglases noch weiter steigern will, vermehrt man den Zusatz der Mennige bis zu 120 kg. Körner[2]) hat ein Flintglas aus 100 Theilen eines vorher mit Salzsäure behandelten Quarzes, 80 Theilen Mennige und 30 Theilen Weinsteinsalz hergestellt. Sigmund Merz[3]) hat in neuerer Zeit Bleigläser mannigfacher Zusammensetzung angefertigt und kam durch Untersuchung ihrer Refraction und Dispersion zu folgenden sehr interessanten Schlüssen:

1. dass sowohl Refraction als Dispersion im geraden Verhältnisse mit dem Bleigehalte wachsen;
2. dass das Blei die Dispersion mehr als die Refraction ändert;

---

[1]) Praktische Dioptrik, von J. J. Prechtl, Wien 1828, S. 283.
[2]) Kastner's Archiv VII S. 233 und Gehler's Wörterbuch a. a. O.
[3]) Bayerisches Kunst- und Gewerbeblatt 1868 S. 284. — Dingler's polytechnisches Journal Bd. 181, 1868, S. 483.

3. dass bei relativ höheren Procentmengen von Blei die Gläser überhaupt schneller die Eigenschaften höherer Refraction und Dispersion erlangen.

Nach S. Merz' Versuchen ist es bis zu einem gewissen Grade möglich, aus der Zusammensetzung eines Glassatzes seine Refraction und Dispersion durch Rechnung festzustellen. Etwa um dieselbe Zeit spricht Pelouze[1]) die Vermuthung aus, dass für Kronglas mit zunehmendem Thonerdegehalt das Brechungsvermögen wachse und das Dispersionsvermögen sich vermindere.

Prechtl (a. a. O.) giebt an, dass man dem Flintglas nicht zu viel Blei zusetzen darf, weil es sonst anläuft und die vollkommene Politur der Fläche verliere. Diese Behauptung scheint aber anderen Erfahrungen geradezu zu widersprechen, so ist nach Pohl[2]) das anlaufende Flintglas zu reich an Kieselsäure und Kali und zu arm an Bleioxyd. Auch die ausführlicheren Arbeiten[3]), welche über das Anlaufen und Blindwerden von Glas vorliegen, erweisen, dass diese Fehler vorzugsweise durch einen Ueberschuss an Alkalien veranlasst werden.

Die Schwierigkeiten, welche sich der Herstellung von Flintglas und überhaupt von optischem Glas entgegenstellen, sind von Faraday, bei Gelegenheit seiner später noch zu erwähnenden Arbeiten auf diesem Gebiete[4]), ausführlich dargelegt worden. Er weist darauf hin, dass unter den Bedingungen für optisches Glas die der Durchsichtigkeit, der Härte, sowie eines gewissen Grades von lichtbrechender und farbenzerstreuender Kraft verhältnissmässig leicht zu erreichen sind, während die Herstellung einer homogenen Beschaffenheit des Glases ausserordentliche Schwierigkeiten bereite. Gerade diese Bedingung muss aber bis zur äussersten Vollkommenheit getrieben werden, da die kleinsten Mängel in der Homogenität das Glas zu optischen Zwecken unbrauchbar machen.

Dabei bieten die gröberen Mängel dieser Art, welche durch Streifen, Schlieren und dergl. auch dem blossen Auge sofort wahrnehmbar sind, noch geringere Gefahren dar, da sie sich bei der Auswahl der zu benutzenden Glasstücke noch am ehesten aussondern lassen. Weit bedenklicher ist es, wenn in der Masse zwei verschiedene Glassorten auf einander stossen und diese Unregelmässigkeit der Structur, obwohl sie nicht so erheblich ist, dass sie sich durch Erscheinen von Streifen sichtbar machen sollte, doch vollständig verschwommene Bilder veranlasst, wenn erst das Glas zu einem Objectiv geschliffen worden ist. Schon manche Scheibe, die bei der sorgfältigsten Untersuchung frei von Streifen und Schlieren und völlig homogen erschien, musste nach Vollendung der umständlichen Schleifoperationen aus solchem Grunde verworfen werden.

Von den beiden Glassorten, welche zur Achromatisirung eines Objectives erforderlich sind, dem Kron- und dem Flintglas, ist nun aber am schwersten dem letzteren eine vollkommene Beschaffenheit zu geben. Die einzelnen Bestandtheile des Kronglases haben weder sehr verschiedene Brechbarkeit noch sehr verschiedene Dichtigkeit. Wenn deshalb auch in der Zusammensetzung der verschiedenen Theile

---

[1]) Dingler's polyt. Journal Bd. 184, S. 317.

[2]) Erdmann's Journal Bd. 82, S. 151.

[3]) Splitgerber in Dingler's Journal Bd. 120, S. 195; Vogel & Reischauer ebenda Bd. 152, S. 181; endlich R. Weber, ebenda Bd. 171, S. 129.

[4]) Ueber die Bereitung eines gewissen Glases zu optischem Gebrauche. Aus Phil. Transact. für 1830 Th. 1 S. 1 mitgetheilt in Poggendorff's Annalen Bd. 18. 1830 S. 515 f.

des Kronglases eine geringe Ungleichheit vorhanden ist, so können doch beim Schmelzen starke Streifen vermieden werden, auch wird die Durchrührung der geschmolzenen Masse schon durch die aufsteigenden Blasen und die entstehenden Temperaturströmungen in hinreichendem Maasse bewirkt. Anders verhält es sich bei Flintglas, welches nach den vorher angegebenen Daten bis zu einem Drittel seines Gewichts und mehr aus Bleioxyd besteht. Letzteres ist aber eine so schwere und zugleich so leichtflüssige Substanz, dass sie schmilzt und zu Boden sinkt, wenn noch die leichteren Substanzen im oberen Theil des Hafens angehäuft liegen. Zur Schwierigkeit einer vollkommenen Mischung tritt zugleich der Umstand, dass der geringste Unterschied in der Zusammensetzung benachbarter Theile wegen der abweichenden Eigenschaften des Bleioxyds sich hier sogleich sichtbar macht. Endlich löst das Bleioxyd noch beständig etwas vom Tiegel auf und auch hierdurch wird die Unregelmässigkeit in der Zusammensetzung befördert.

Körner hat darauf hingewiesen, dass auch die Art, wie die aus der Schmelze erhaltenen Glasmassen zu Tafeln ausgeblasen werden, insbesondere eine nicht geschickte Handhabung der Pfeife seitens des Bläsers, zur Bildung von Streifen und Schlieren Veranlassung geben könne. Die weitere Behandlung der Glasmasse durch Blasen scheint nämlich für Flintglas, sowohl nach Körner's Angaben, als auch nach Pellat's Mittheilungen[1]) über die Herstellung von älterem englischem Flintglas nicht ungewöhnlich zu sein; für Kronglasscheiben kennt dieselbe englische Quelle dieses Verfahren nicht, die Scheiben werden aus der Glasmasse herausgeschnitten, oder die Linsenform wird durch Erweichenlassen geeigneter Stücke herbeigeführt; übrigens wird von Prechtl[2]) auch für die Herstellung des Flintglases das Blasen, das jedenfalls ziemlich gefährlich und dessen Nothwendigkeit nicht recht ersichtlich ist, nicht genannt. Er giebt vielmehr ausdrücklich an, dass aus der vorher geschmolzenen Glasmasse Stücke herausgebrochen und in eine mit einer Sandform angefüllte thönerne Schale gelegt werden. Die Schale wird hierauf unter eine rothglühend geheizte Muffel gestellt, bis das Glas weich wird und die Linsengestalt der Sandform annimmt. Das schwere Faraday'sche Glas[3]) wurde bei der Feinschmelze selbst sofort in Platten von geeigneten Dimensionen hergestellt.

Prechtl giebt auch einige Andeutungen über das beim Schmelzen des Glases einzuhaltende Verfahren. Um eine gleichmässige Mischung zu erhalten, darf kein gewöhnlicher Glasofen Verwendung finden, bei dem der obere Theil des Glashafens mehr erwärmt wird als der untere; die Masse muss von unten her erwärmt und auf diese Weise starke, der gleichmässigen Mischung förderliche Strömungen erzeugt werden. Wenn die Masse gar geschmolzen, so ist für möglichst gleichförmige und allmälige Abkühlung des Ofens zu sorgen. Um diese Abkühlung einzuleiten, wird der Glasofen vermauert[4]), d. h. es werden alle Zugänge zum Inneren desselben sorgfältig mit passenden Steinen und überdies noch mit Schutt verlegt. Merz giebt an, dass die Art der Abkühlung von Einfluss auf die Dispersion sei.

Nach Pellatt wurden durch den später zu erwähnenden Bontemps und den

---

[1]) Cyclopaedia of usefull arts and manufactures von Tomlinson, London 1854, Artikel: Glass, Vol. I, S. 771.

[2]) a. a. O. S. 292.

[3]) a. a. O.

[4]) Sigmund Merz a. a. O. S. 487.

jüngeren Guinand (S. 282) bei der Herstellung von Flintglas die geschmolzenen Rohmaterialien mit Hülfe eines unten offenen, hohlen Cylinders aus feuerfestem Thon, der an einer starken eisernen Pfeife steckte und vorher bis auf Rothglühhitze erhitzt war, viele Stunden lang durchgerührt[1]). Bei Kronglas, das leicht zur Entglasung neigt, ist ein derartiges starkes und lange Zeit fortgesetztes Rühren nicht zulässig. Auf Schwierigkeiten bei der Herstellung von grossen Kronglasscheiben werden wir weiter unten zurückkommen.

Die mannigfaltigen Bemühungen, reines und homogenes Flintglas anzufertigen, sind lange Zeit ohne genügenden Erfolg geblieben. Zeiher in Petersburg[2]) betonte zuerst (1766), dass die Beimischung von Blei die Farbenzerstreuung in ungemeinem Maasse vermehre, während man durch stärkeren Zusatz von Alkalien die mittlere Brechung vermindern könne; indess scheint auch er brauchbare Gläser nicht erhalten zu haben. In Frankreich erhielt 1773 Lebaude einen Preis für gutes Flintglas, die Proben, welche er dem Institut vorlegte, waren indessen für die Bedürfnisse der Optik nicht ausreichend[3]). Das Institut setzte deshalb im Jahre 1786 einen neuen Preis aus in Höhe von 12000 Livres für ein Verfahren, wonach man „stets und nach Belieben die ganze im Handel und für die Industrie nöthige Menge schweren Glases verfertigen könnte, und bei dem dieses Glas von den Mängeln, die man dem zur Zeit vorhandenen Flintglas vorwerfe, frei wäre.“

Nach langjährigen Versuchen in der Kaiserl. Krystallglasfabrik am Mont Cenis erhielt (1809) der Vorsteher derselben Dufougerais von der Commission des Instituts ein glänzendes Zeugniss[3]) über sein Flintglas, indess wurde es doch nur zu sehr kleinen Objectiven angewandt, und Körner in Jena, der es später untersuchte, nennt es geradezu schlecht. Glücklicher ist d'Artigues[4]) gewesen, der nicht so sehr dahin strebte, ein recht schweres Glas zu erhalten, als vielmehr ein schlierenfreies, wenn schon mit geringerer Farbenzerstreuung. Das beste Glas erhielt er aus der Mitte des Tiegels, von dort wurde ein Klumpen herausgenommen, geblasen und auf die gewöhnliche Weise gestreckt. Die aus diesem Glase verfertigten Objective scheinen den Werth der Glasart wirklich beglaubigt zu haben. Obgleich aber die von dem französischen Optiker Cauchoix aus diesem Glase verfertigten Fernrohrlinsen sehr gerühmt wurden, so ist dieses Glas doch nicht recht in Aufnahme gekommen. In Frankreich wurden noch weitere Versuche gemacht, und auch in England stand noch im Jahre 1810 ein Preis von 1000 £ auf die Vervollkommnung des Flintglases[5]). Dort wurde allerdings die Aufmerksamkeit der Physiker durch die Herschel'schen Spiegelteleskope von diesem Gegenstand abgelenkt.

Nach der gewöhnlichen Annahme ist es zuerst Peter Ludwig Guinand, einem Uhrmacher in Brenets bei Neufchatel, der sich seit 1775 mit der Verfertigung von

[1]) Die Vorschläge von Breton, Comptes rendues Bd. 28, 1849, S. 974 und von Peyrony, ebenda Bd. 38, 1854, S. 874, das Rühren der Flintglasschmelze dadurch zu ersetzen, dass dem mit dem geschmolzenen Glase angefüllten Tiegel eine Rotation um eine verticale Axe gegeben werde, worauf die Luftblasen sich in der Mitte ansammeln und nur noch kreisförmige Streifen übrig bleiben sollten, haben wohl niemals praktische Bedeutung gewonnen.

[2]) Mém. de l'acad. de Berlin, 1766, S. 150.

[3]) Gilbert's Annalen Bd. 34 a. a. O.

[4]) Gilbert's Annalen Bd. 37. S. 365.

[5]) Gilbert's Annalen Bd. 34. S. 460.

Flintglas beschäftigt haben soll, durch eine besondere Rührmethode gelungen, schlierenfreies Flintglas in grösseren Stücken herzustellen. Obwohl Guinand's Versuche unbedingt als epochemachend auf diesem Gebiete anzusehen sind, so darf ihr unmittelbares Ergebniss doch nicht überschätzt werden, mindestens scheint G. ebensowohl von systematischem Arbeiten, wie von gleichmässigen Erfolgen weit entfernt gewesen zu sein. Gegenüber einer ganz verkehrten Darstellung der Bibliothèque universelle[1]) über Guinand's Antheil an den Leistungen der Glasschmelze zu Benedictbeuren bei München, wohin er im Jahre 1805 durch Utzschneider gezogen worden war, hat Letzterer in der „Allgemeinen Zeitung" vom 25. Jan. 1829 eine Erklärung[2]) veröffentlicht, wonach Guinand bei seinem Eintritt in die Dienste Utzschneiders diesem eine vollständige Beschreibung der von ihm bis dahin gemachten Schmelzen und der dabei befolgten Methode überreicht hätte. Aus diesem Schriftstücke ginge unzweifelhaft hervor, dass G. vor dem Jahre 1805 „mit der Glaserzeugung für optische Zwecke noch ganz und gar nicht im Reinen war." Erst durch die Versuche, die er in Benedictbeuren gemacht, hätte er gelernt brauchbares Glas zu schmelzen. Uebrigens wären die Arbeiten von G. — selbst lange nach dessen Austritt aus dem Utzschneider'schen Institut —, noch im Jahre 1816, nach Ausweis eines an U. um diese Zeit gerichteten Briefes, aus dem Versuchsstadium nicht hinausgekommen.

Fraunhofer, der den optischen Theil der Anstalt in Benedictbeuren seit 1807 leitete, vervollkommnete gleich in der ersten Zeit dieser Thätigkeit die Methoden, optische Gläser auf das Vorhandensein von Streifen und Wellen zu prüfen, und er fand sehr bald, dass das Guinand-Utzschneider'sche Flintglas ebensowenig homogen sei, wie französisches und englisches Glas. Deshalb wurde Fraunhofer seit 1811 beauftragt[3]), „auch die Glasschmelzarbeiten des Herrn Guinand unter seine Aufsicht zu nehmen." Schon die zweite Schmelze gab ein günstiges Resultat, ein Stück vom Boden des zwei Centner enthaltenden Schmelztiegels zeigte genau dasselbe Brechungsvermögen, als eins von der Oberfläche. Die folgenden Schmelzen lieferten jedoch wiederum ein ganz entgegengesetztes Ergebniss und erst nach längerer Zeit, „nach sehr vielen im Grossen angestellten Versuchen wurde Fraunhofer mit den vielen Ursachen bekannt, welche das Misslingen veranlassen, und dann erst war er seiner Sache gewiss." Ueber die von ihm angewandte Methode und über die Zusammensetzung seiner Gläser hat Fraunhofer leider Nichts veröffentlicht, die Herstellung von Flintglas nach seiner Methode wurde später von seinem Nachfolger Georg Merz fortgesetzt und dies geschieht bekanntlich heute noch von dem jetzigen Inhaber der Fraunhofer'schen Werkstatt, von Sigmund Merz.

Guinand, Ende 1813 nach der Schweiz zurückgekehrt, sandte von dort kleine Scheiben seines Flintglases der Astronomischen Gesellschaft in London ein und kurz darauf auch eine Scheibe von 6 Zoll engl. (15 cm) Durchmesser, die zur damaligen Zeit eine grosse Seltenheit war. Ein Comité, bestehend aus Dollond, Herschel und Pearson berichtete günstig darüber, gleichwohl zerschlugen sich die Verhandlungen Guinand's mit der Londoner Gesellschaft, ebenso wie auch die Vorschläge, die er der französischen Regierung machte, erfolglos blieben. Die Londoner Ge-

[1]) Bibliothèque universelle 1828 Bd. 39, S. 175.

[2]) Poggendorff's Annalen 1829, Bd. 15. S. 248 Anm.

[3]) Fraunhofer's Lebensgeschichte von J. v. Utzschneider, München 1826 S. 12. Vergl. Leben und Wirken Fraunhofers von Sigmund Merz Landshut 1865. S. 8.

sellschaft setzte nun aber (1824) eine neue Commission ein zur selbständigen Verfolgung des Problems. Sie bestand aus Herschel, Dollond und Faraday. Der letztere leitete die Schmelzversuche, welche schliesslich zur Herstellung kleiner Quantitäten eines sehr schweren Flintglases von grosser Reinheit führten. Obgleich dieses Glas, das sogenannte „Faraday'sche Glas", in der ursprünglichen Form sich nicht praktisch bewährt hat, so hat es doch, wie Herr Prof. Abbe mir mittheilt, ohne Zweifel den Anstoss gegeben zur Herstellung des Flintglases von starker Dispersion, welches die Optik jetzt benutzt.

Ueber die bei Herstellung dieses Glases angewandte Methode hat Faraday ausführliche Mittheilungen[1]) gemacht. Das Glas war eine Mischung von borsaurem Bleioxyd und kieselsaurem Bleioxyd, sein specifisches Gewicht betrug im Mittel 5,4, während das von Guinand's Flintglas nur 3,6, das von älterem englischen Flintglas 3,3 betrug. Für die Herstellung dieses sehr schweren Glases wurden alle Bestandtheile von der äussersten Reinheit gewählt; die Feinschmelze geschah in einer Platinkapsel, das Rühren mittels einer Platinkelle. Um das Entweichen der in der geschmolzenen Glasmasse eingeschlossenen Luftblasen zu beschleunigen, wurde etwas fein gepulverter Platinschwamm hineingeschüttet. Das Pulver sank vollständig zu Boden und die Glasmasse konnte nach dem Erkalten klar und rein von der Kapsel abgezogen werden.

Der Grund, weshalb das F.sche Glas sich schliesslich als für optische Zwecke nicht brauchbar erwiesen hat, scheint nach den Andeutungen am angegebenen Orte vorzugsweise darin zu liegen, dass es sehr schwierig, wenn nicht unmöglich war, ganz farbloses Glas dieser Art herzustellen.

Guinand, der im Jahre 1816 verschiedene Fernrohre hergestellt hatte, die ziemlich gerühmt wurden, starb im Jahre 1823. Sein Geheimniss war seiner Frau und seinen beiden Söhnen bekannt. Einer der letzteren verkaufte es an Bontemps, welcher bald erkannte, dass nur Studium und Versuch dazu gehörten, um die Methode weiter auszubilden. Es gelang ihm im Jahre 1828, gute optische Gläser herzustellen, u. a. eine Scheibe von 12 und sogar eine Scheibe von 14 Zoll (30 und 35 cm). Der Sohn von Guinand, der mit Bontemps associirt gewesen war, hatte in Paris einen Glasschmelzofen eingerichtet, welchen später sein Schwiegersohn Feil übernahm und noch jetzt inne hat. Die Wittwe des älteren Guinand und dessen anderer Sohn Aimé G. betrieben in der Schweiz die Herstellung von optischen Gläsern weiter fort. Diesen Betrieb übernahm später Daguet in Solothurn, welcher im Jahre 1851 rohe Flintglasscheiben bis zu 15 Zoll Durchmesser anfertigte. Bontemps trat an die Spitze der Werke von Chance Brothers in Birmingham; von ihm sollen nähere Angaben auch über die Herstellung von optischem Glas in seinem Werke „Guide du verrier" gegeben worden sein.

Besonders durch Fraunhofer wurde die Methode, auch die feinsten Schlieren in den Linsen zu erkennen, sehr ausgebildet, und zu seiner Zeit war das von ihm hergestellte Flintglas unbedingt das beste. Er stellte schon 1824 Linsen bis zu 9 Zoll Durchmesser für den Refractor in Dorpat und für den Refractor in Berlin her, die nichts zu wünschen übrig lassen. Auch nach Fraunhofers Tode waren die Leistungen seiner Nachfolger eine Zeit lang für grössere Gläser ohne Concurrenz;

---

[1]) Poggendorff's Annalen Bd. 15 a. a. O.

die anderen Fabrikanten von optischem Glase hatten die Erzeugung von grösseren Flintglasscheiben noch nicht ganz in der Hand, sie verdankten ein gelegentliches Gelingen nur dem zufälligen Zusammentreffen mehrerer günstiger Umstände. Dies änderte sich aber später und zwar zuerst vorzugsweise durch Daguet und Bontemps. In neuerer Zeit ist es dann den beiden Firmen Feil in Paris und Chance in Birmingham schliesslich sogar gelungen, die Schwierigkeiten in der Herstellung grösserer Scheiben so weit zu überwinden[1]), dass sie „selbst solche von überraschenden Dimensionen innerhalb eines verhältnissmässig kurzen Zeitraums und zu relativ geringen Preisen zu liefern im Stande sind.“ Mit den Fortschritten der Technik haben sich nämlich auch die Ansprüche der Astronomen fast ins Ungemessene gesteigert; Fraunhofer's berühmte Refractoren mit 9 Zoll (23 cm) freier Oeffnung sind nur noch Zwerge gegenüber den nunmehr von Cooke, Grubb und Alvan Clark ausgeführten 25 bis 30zölligen Refractoren, sie stehen auch weit zurück hinter den zwar etwas kleineren als die letztgenannten, aber sehr vorzüglichen Objectiven von S. Merz. Clark hat soeben ein derartiges Riesenobjectiv für die Sternwarte zu Pulkowa in Arbeit und beabsichtigt demnächst sogar einen 36-Zöller herzustellen. Für das Pulkowaer Objectiv[2]) ist die Glasmasse durch Feil geliefert worden; hierbei trat der auffallende Umstand ein, dass das Flintglas in wenigen Monaten, das Kronglas dagegen erst nach etwa zwei Jahren beschafft werden konnte, nachdem mehrere Güsse missglückt waren.

Dass die Herstellung von grösseren Kronglasscheiben keine geringeren Schwierigkeiten bietet, als die des Flintglases, hat zuerst Bontemps ausgesprochen[3]). In Tomlinson's „Cyclopaedia“ wird als Ursache dieser Schwierigkeiten die höhere Temperatur genannt, welche für die Schmelze von Kronglas nöthig ist; wollte man etwa den hohen Schmelzpunkt durch Aenderung der Zusammensetzung des Glases erniedrigen, so würde das Glas so hygroskopisch werden, dass es für optische Zwecke unbrauchbar wäre; wollte man andererseits ein sehr „trocknes“ Glas herstellen, so wäre beim Kühlen die Gefahr einer Krystallisirung und Entglasung zu befürchten. In demselben Werke wird übrigens ein Vorschlag von James Nasmyth zur Herstellung von Kronglas mitgetheilt[4]), wonach die Glasmasse drei Tage lang grösstmöglicher, aber gleichmässiger Hitze ausgesetzt und hierauf zugleich mit dem Hafen ganz langsam (in etwa 20 Tagen) abgekühlt werden soll. Das erkaltete Glas ist parallel der Oberfläche zu spalten, die erhaltenen Scheiben sollen in sich sehr homogen sein, obwohl die aus den oberen und den unteren Schichten der Glasmasse gewonnenen Scheiben in ihrer Zusammensetzung etwas von einander abweichen.

Trotz der vorher erwähnten Riesenplatten sind übrigens doch bisher alle Firmen, welche zur Zeit optische Gläser herstellen, (es sind etwa 6) von einem sicheren Erfolg, d. h. von der Herstellung grösserer Massen in gleichmässiger Homogenität, noch ziemlich weit entfernt. „Die grosse Masse alles optischen Glases ist mehr oder weniger inhomogen; ganz homogene schlierenfreie Stücke sind nach wie vor nur Auslese.“ Dieser einer Mittheilung des Prof. Abbe entnommene Aus-

[1]) Vergl. Weiss „Ueber den Zustand der praktischen Astronomie in Amerika“. Carl's Repertorium Bd. X. S. 21.

[2]) Vergl. O. Struve, Astronomische Nachrichten No. 2428 1. Mai 1882.

[3]) Bibliothèque universelle a. a. O.

[4]) Vergl. Memoirs of the Royal Astronomical Society, vol. 14, 1817.

spruch wird vollkommen bestätigt durch Worte, welche S. Merz im Jahre 1873 an Perty[1]) geschrieben hat: „Welche Schwierigkeiten diese Fabrikation hat, weiss nur der, welcher darin arbeitet. Ich habe voriges Jahr nicht weniger als 17 Schmelzen, je zu 4 Centner Masse gemacht und in Allem vielleicht 4 Centner taugliches Glas erzeugt."

Es sind auch in neuerer Zeit noch mancherlei Versuche gemacht worden, um die hier vorliegende wichtige Aufgabe zur vollkommenen Lösung zu führen. Körner in Jena hat in der Zeit zwischen 1826 bis 1846 Flintglas hergestellt und auch Untersuchungen über die Zusammensetzung desselben veröffentlicht[2]). Er hat zeitweilig ziemlich grosse Massen geschmolzen, aber stets mit äusserst primitiven Einrichtungen, weshalb sein Glas durchweg sehr mangelhaft, inhomogen und gefärbt war[3]).

Die neuesten Bestrebungen auf diesem Gebiete sind vorzugsweise auch auf Herstellung von Glascombinationen gerichtet, bei welchen absolute Achromasie erreicht, bei welchen also auch das secundäre Spectrum thunlichst beseitigt ist. Prof. Safarik in Prag hat vor Kurzem die in England unter Mitwirkung von Stokes in diesem Sinne gemachten Arbeiten eingehend besprochen[4]).

V. Harcourt hat von 1834 an ein Vierteljahrhundert lang Versuche zur Herstellung neuer optischer Glasarten gemacht. Mehr als 166 verschiedene Gläser wurden geschmolzen und zu Linsen und Prismen geschnitten. Sie enthielten nicht weniger als 28 verschiedene Elemente. Stokes betheiligte sich seit 1862 an der Prüfung der Prismen. Absolute Achromasie glaubte man schliesslich durch Verwendung von Titanglas zu erreichen. Der Farbenrest im Achromaten rührt meistens davon her, dass mit steigender Dispersion das Blau im Spectrum sich rascher ausdehnt als Roth, die Beseitigung des secundären Spectrums hängt also davon ab, ob man im Spectrum des Kronglases Blau ausdehnen kann, ohne Roth zu ändern und umgekehrt im Spectrum des Flintglases. Während nun ein mit dem Terborat des Blei (neutralem borsaurem Blei) hergestelltes Glas, dessen Dispersion dem Flintglas nahe kommt, eine Ausdehnung des Roth bewirkt, wird durch Titanglas das blaue Ende des Spectrums ausgedehnt.

Die von Harcourt hergestellten Scheiben von Titanglas und von Terborat wurden zu einem Objectiv verarbeitet, welches die darauf gesetzten Hoffnungen zu erfüllen schien, doch haben spätere in grossem Maassstabe von Hopkinson ausgeführte Versuche, wo gewöhnlichem Kronglas ein genügender Zusatz von Titansäure gegeben wurde, zu keinem günstigen Resultat geführt.

Safarik hat am angegebenen Orte darauf hingewiesen, um wie viel wichtiger es ist, auf Auffindung neuer optischer Glassorten und möglichste Vervollkommnung ihrer Eigenschaften hinzuwirken, als nur mit dem vorhandenen Glase möglichst

[1]) Perty, Die Grenzen der sichtbaren Schöpfung (Virchow & Holtzendorff'sche Sammlung Heft 195) S. 16.

[2]) Kastner's Archiv VII. S. 239.

[3]) Auch diese Notiz verdanke ich der Freundlichkeit des Herrn Prof. Abbe; in Gehler's Wörterbuch (im Jahre 1827) werden grosse Hoffnungen auf Körner's Arbeiten gesetzt.

[4]) Vierteljahrsschrift der Astronomischen Gesellschaft. Jahrgang. 17. Heft 1. Die Arbeiten finden sich in Berichten an die British Association und zwar G. C. Stokes, on the late Rev. V. Harcourt's researches on glass, 1871; G. C. Stokes, on the construction of a perfectly achromatic telescope, 1874; Stokes and J. Hopkinson, on the optical properties of a titano-silicic glass, 1875.

grosse Objective herzustellen; er hat dargelegt, welche winzige Bedeutung ein nach letzterem Sinne noch möglicher und etwa mit 30 bis 50000 M. (abgesehen von den noch viel grösseren Mehrkosten der Rohre, Montirungen, Kuppeln und Maschinerien aller Art) zu bezahlender Fortschritt hat. Die Versuche zur Herstellung neuer Glassorten sind allerdings sehr kostspielig und zeitraubend, und es ist deshalb nicht zu erwarten, dass sie ohne umfangreiche Unterstützungen aus öffentlichen Institutionen zum erwünschten Ziele geführt werden können. Andererseits wird die Veranstaltung solcher Versuche nach Safarik dadurch wesentlich erleichtert, dass man jetzt nach den bezügl. Arbeiten von J. H. Gladstone aus dem Brechungs- und Zerstreuungsvermögen chemischer Verbindungen auf jenes der Grundstoffe schliessen und hieraus wieder jenes beliebiger anderer Verbindungen annähernd vorausberechnen kann.

Safarik hat, wie er mittheilt, selbst Versuche begonnen, um Gläser zu finden, welche zum jetzigen Kron- oder schweren Kron- (leichten Flint-) Glas in dem Verhältniss stehen, wie Kron zu Flint.

Einen anderen Weg hat unser verehrter, in erster Reihe für diese Arbeiten berufene Mitherausgeber Sigmund Merz eingeschlagen; nach seinen interessanten Mittheilungen in dieser Zeitschrift[1]) lässt sich schon durch schickliche Verbindung von Bleigläsern allein „der Forderung paralleler Dispersion noch für die äussersten Strahlen genügen". Wenn Glassätze für Flintglas und für Kronglas in gewissen Verhältnissen gemischt und die so erhaltenen neuen Glassorten mit anderem Kron-, bezw. Flintglas verbunden werden, ist nahezu volle Parallelität erreichbar.

In allerneuester Zeit hat endlich auch Dr. Otto Schott, welcher in der Glastechnik bereits grössere Erfolge erzielt hat, unter thätiger Mitwirkung des Professor Abbe in Jena das Studium der Herstellung optischen Glases aufgenommen. Abbe und Schott, denen auch die berühmte optische Firma Zeiss in Jena ihren Beistand gewährt, haben bereits viel versprechende Ergebnisse im Kleinen erreicht und beabsichtigen, demnächst auch Versuche in grösserem Maassstabe anzustellen.

(Fortsetzung folgt.)

Quecksilberluftpumpe ohne Hahn.

Von
Prof. Dr. **F. Neesen** in Berlin.

Bei der ursprünglich von Toepler angegebenen, dann von mir unabhängig von Toepler neu construirten und mit einer wesentlichen Verbesserung versehenen Quecksilberluftpumpe ohne Hahn habe ich neuerdings einige wie ich glaube zweckdienliche Veränderungen angebracht.

Störend sind bei der Toepler'schen Pumpe die grossen Dimensionen der Höhe nach; dieselben werden bedingt durch den Abschluss gegen das zu evacuirende Gefäss einerseits und die äussere Luft andrerseits mittels Quecksilbersäulen von mehr wie Barometerhöhe. Lästig ist weiter das Anschmelzen der luftleer zu machenden Gefässe an eine Röhre von mehr wie Barometerhöhe.

---

[1]) Jahrgang 1882. S. 176.

Man hat versucht die Unbequemlichkeit, welche aus dieser Abschlussform herrührt, durch Ventile zu vermeiden. Eine solche Einrichtung ist ursprünglich von Mitscherlich[1]), dann von mir[2]) angegeben worden, Schuller[3]) hat dieselbe gleichfalls; derselbe wendet als Ventil zwei abgeschliffene ebene Glasplatten an, eine sehr einfache und sichere Form, welche ich bei meiner Pumpe adoptirt habe.

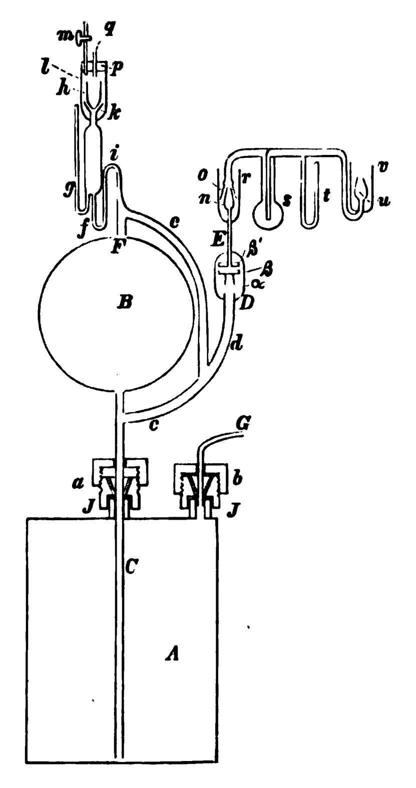
Um die angesaugte Luft in die Atmosphäre austreten zu lassen, hat Töpler an die Kugel der Pumpe ein capillares Ausblaserohr angesetzt, welches sich auf etwas mehr wie Barometerhöhe nach unten biegt. Diese sinnreiche Einrichtung ist ein zerbrechlicher Theil der Pumpe und vergrössert die Dimensionen der letzteren in dem Falle, wo man das Quecksilber durch eine Luftpumpe bewegt. Es tritt ferner die kleine Luftblase, welche sich bei der Zusammendrückung der Luft in der Pumpenkugel bildet, direct in die Atmosphäre und muss daher einem etwas grösseren Druck, wie der Atmosphärendruck ist, ausgesetzt werden. Die Erfahrungen mit der Geissler'schen Hahnluftpumpe haben aber gezeigt, wie vortheilhaft es ist, die letzte Luftblase in einen luftverdünnten Raum eintreten zu lassen. Wenn auch bei der hahnlosen Pumpe eine solche Einrichtung nicht so grossen Einfluss haben wird wie bei der Hahnluftpumpe, weil die Ecken des Hahnes fehlen, so wird es doch bei der ersteren ebenfalls nicht gleichgültig sein, welchen Druck die Luftblase zu überwinden hat. Unter grossem Drucke setzt sich die Luft an den Wänden fest und dringt nachher wieder in den zu evacuirenden Raum.

In meiner ersten Veröffentlichung über diese hahnlosen Pumpen hatte ich daher schon eine Vorrichtung angegeben, bei welcher mittels zweier Ventile ähnlich den beiden Hähnen der Hahnluftpumpe ein Raum mit sehr verdünnter Luft hergestellt wird, in welchen die letzte Luftblase eintritt. Schuller hat in der oben erwähnten Arbeit eine andere Einrichtung zu demselben Zwecke beschrieben, bei welcher die Luft über dem Verschluss der Kugel durch eine etwas complicirte Vorrichtung weggesaugt wird. Die im Folgenden beschriebene Anordnung scheint mir zweckmässiger zu sein. Dieselbe hat den Vortheil, dass sie gestattet, den Grad der Luftverdünnung zu messen durch den Druck, welchen die zusammengepresste letzte Luftblase ausübt. Es war dies bisher in einfacher Weise nur mit der Töpler'schen Einrichtung möglich.

In der nebenstehenden Figur stellt A eine Glasflasche mit zwei Auslässen dar. An jeden dieser Auslässe ist ein Stahlcylinder J gekittet, welcher aussen ein Gewinde hat und im Innern conisch ausgebohrt ist. In diese conische Bohrung ist ein Conus eingeschliffen, in welchem das Glasrohr C resp. das Metallrohr D eingekittet ist. D kann auch mit dem betreffenden Conus aus einem Stück gemacht werden. Die in einander geschliffenen Conen werden durch Ueberfangmuttern gegen einander gepresst. Die Röhre D steht mit einer Luftpumpe in Verbindung, mittels welcher gesaugt und comprimirt werden kann. Die Röhre C ist an eine Glaskugel B angeschmolzen; sie hat seitlich den Ansatz c, welcher sich nach oben in die Röhre d einerseits verlängert und andererseits in die Röhre e, welche mit einem an den oberen Theil der Kugel B befindlichen Rohrstück F in Verbindung steht. Die Röhre d ist in das weitere Glasrohr D eingeschmolzen, in welches von oben das Glasrohr E eingeschmolzen ist. E ist mit einer eben geschliffenen Glasplatte β_1 ver-

[1]) Poggendorff's Annalen Bd. 150 S. 420.
[2]) Wiedemann's Annalen XIII S. 304.
[3]) Wiedemann's Annalen XIII S. 528.

sehen. Auf d ruht lose die abgeschliffene Glasplatte β; d hat ferner noch Oeffnungen α zum Zurückfliessen des Quecksilbers. An die Röhre E ist ein Schliffstück n angesetzt, sowie ein weiteres oben offenes Rohr r. Auf das Schliffstück n passt das Schliffstück o, welches mit einer Röhre verbunden ist, welche zu dem Trockengefäss s und dem Manometer t führt. Diese Röhre ist am Ende wieder umgebogen und mit dem Schliffstück u und dem weiteren offenen Rohre v versehen. Auf u passt ein Schliffstück, welches an den zu evacuirenden Apparat angeschmolzen wird. Die Schliffstücke n und v werden nicht mit Fett gedichtet, sondern zur Dichtung mit Quecksilber umgeben. Da die Luft an dem Quecksilber vorbeikriecht, bedecke ich das Quecksilber mit einer Flüssigkeit, welche Luft nicht absorbirt, etwa Chlorcalcium-Lösung, nach einem Vorschlage von Herrn Geh. Rath du Bois-Reymond.



Die Röhre F verengert sich in eine Capillare f, welche etwa 4 cm nach unten umgebogen wird, dann sich aufwärts biegt und in ein weiteres Gefäss i mündet. In dasselbe Gefäss i mündet eine Manometerröhre g, aus demselben capillaren Rohre wie f verfertigt. Das Gefäss i endigt in ein Ventil, welches gebildet wird aus einem Trichter k, in den ein anderer unten geschlossener Trichter h eingeschliffen ist. Um k liegt die weite an i angekittete Röhre l. Der Trichter h trägt ein cylindrisches Rohrstück, welches mit Quecksilber angefüllt ist, um h in k hineinzupressen. Das weitere Rohr l wird durch einen Korken p verschlossen, in welchen das Rohr q zur Führung des Trichters h und das Hahnrohr m hineinreicht.

Das Spiel der Pumpe ist folgendes: Mittels der an D angesetzten Luftpumpe wird die Luft in A comprimirt und das Quecksilber in die Röhre C gedrückt. Das Quecksilber steigt in die Kugel B und verschliesst dieselbe sofort gegen den Theil d, D, etc. Beim weiteren Comprimiren wird die Platte β gehoben und gegen β_1 gedrückt, so dass das Quecksilber nicht nach E gelangen kann.

In der Kugel B steigt das Quecksilber, geht durch die Capillare f und füllt i, indem es die Luft immer vor sich hertreibt. Das Ventil h wird gehoben, das Quecksilber tritt in den Raum l, so dass das Ventil h zum Schwimmen kommt; auf diese Weise wird das Ansetzen von Luft zwischen k und h vermieden. Der Hahn m ist hierbei offen.

Jetzt wird die Luft aus A ausgesaugt. Das Quecksilber fällt zunächst in d, die Platte β fällt herab, die Luft aus dem zu evacuirenden Gefäss tritt durch e in die Kugel B, in welcher mittlerweile das Quecksilber gleichfalls gesunken ist. Aus i strömt durch die Capillare f das Quecksilber nach B. Der Quecksilberspiegel in l senkt sich, so dass sich das Ventil h in k einsetzt und das weitere Durchfliessen von Quecksilber hindert. Das in l verbleibende Quecksilber schliesst also gegen

die äussere Luft ab. Aus *i* träufelt noch weiter Quecksilber nach *B* herüber. Ist die Kugel *B* leer und die Oeffnung von *c* in *C* frei gewesen, so wird in *A* Luft zugelassen, und die in *B* eingesaugte Luft auf die vorhin beschriebene Weise wieder herausgedrückt. Wenn auf diese Weise ein beträchtlicher Grad der Verdünnung erreicht ist, so fliesst das Quecksilber aus *i* durch seine eigene Schwere und durch den Druck der in *i* haftengebliebenen Luft sehr rasch nach der theilweise geleerten Kugel *B* über. Es kann aber nicht ganz nach *B* übergehen wegen der Biegung der Röhre *f* nach unten. In *f* bleibt Quecksilber stehen und schliesst den Raum *i* von *B* ab. Beim Heraustreiben der Luft aus *B* tritt daher die letzte Luftblase in den sehr verdünnten Luftraum *i* ein. Hierbei wird zunächst das Quecksilberniveau in *f* niedergedrückt; in dem rechten Schenkel von *f* zeigt sich eine Luftblase, deren Volumen aus ihrer Länge und dem bekannten Querschnitt der Capillaren gemessen werden kann. Der Druck dieser Luftblase ist zu bestimmen aus der Niveaudifferenz des Quecksilbers in *f* und *g* und kann auf bekannte Weise zur Bestimmung des Verdünnungsgrades, der erzielt wurde, benutzt werden. Beim weiteren Zulassen von Atmosphärenluft in *A* tritt die Luftblase aus *f* in *i* ein. Um sie dann in die äussere Atmosphäre zu bringen, muss man in *A* die Luft auf etwas über Atmosphärendruck comprimiren. Ist der Verdünnungsgrad schon weit vorgeschritten, so braucht man nicht beim jedesmaligen Herausdrängen der Luft aus *B* auch das Quecksilber den Raum *i* ganz erfüllen zu lassen, um das Ventil *h* zu heben. Die letzte Luftblase, welche in *i* eintritt, vermehrt dort die Dichtigkeit nur unbedeutend, so dass es hinreicht, von Zeit zu Zeit die Luft aus *i* in die äussere Atmosphäre zu bringen. Der Hahn *m* wird benutzt, wenn das Ventil *h* etwas Quecksilber durchträufeln lässt. Will man die Pumpe ausgepumpt längere Zeit stehen lassen, so würde in diesem Falle allmählich doch Luft durch *k* nachdringen. Es wird, um dieses zu verhüten, das Quecksilber bis an den Hahn *m* gedrückt und darauf *m* geschlossen. Das Quecksilber sinkt dann nur durch die eigene Schwere; in *l* bildet sich ein luftverdünnter Raum, so dass der das Quecksilber durch das Ventil *h* drängende Druck nur klein ist, und gegen solche kleine Drucke hält ein nur einigermaassen eingeschliffenes Ventil quecksilberdicht.

An Stelle des Ventiles *h* und *k* kann auch ein Glashahn treten, welcher aber nicht mit Fett gedichtet werden darf, weil sonst das Quecksilber etwas von diesem Fette mitnehmen würde. Die Dichtung wird durch das den Hahn umgebende Quecksilber in *l* hergestellt. Bei Anwendung eines solchen Hahnes muss derselbe natürlich beim Hineinpressen des Quecksilbers in *B* geöffnet und hernach geschlossen werden. Bei eingetretener grosser Verdünnung braucht das Oeffnen nur ab und zu zu geschehen, wie beim Gebrauch des Ventiles *h*.

Es kann ferner an Stelle des letzteren Ventiles auch das Töpler'sche Auslassrohr treten.

Das Eindringen des Quecksilbers in *B* muss bekanntlich langsam geschehen. Man hat ein langsames Eindringen bei Benutzung einer gewöhnlichen Luftpumpe zum Hineinpressen des Quecksilbers sehr in der Hand. Es wird dazu der Abschlusshahn des Recipiententeller der Pumpe gegen die äussere Luft so gestellt, dass Luft zuströmen kann. Durch stärkeres oder geringeres Lüften des Verschlussstiftes in diesem Hahn kann man den Luftzutritt sehr leicht reguliren. Um die gewöhnliche Luftpumpe mit *D* leicht verbinden zu können, ist an *D* mit Gummischlauch

eine Glasröhre befestigt, und eine zweite Glasröhre an ein in den Recipiententeller einzuschraubendes Rohrstück. Beide Glasröhren werden in einander gesteckt und mit etwas Siegellack versiegelt.

Die ganze Pumpe lässt sich leicht transportiren, da das Quecksilber aus dem Gefässe *A* mittels Heber herausgenommen werden kann.

Ich bemerke noch, dass auch diese Pumpe von Herrn Glasbläser Florenz Müller in Berlin angefertigt ist.

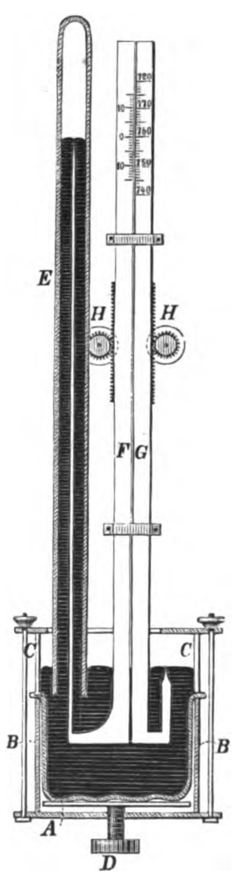
Vorschlag zu einer Ablesevorrichtung für Barometer.

Von
Dr. **H. Kayser** in Berlin.

Unsere Barometerablesungen werden namentlich durch drei Umstände unsicher gemacht, nämlich

1. durch Unkenntniss der genauen Temperatur des Quecksilbers,
2. durch Unkenntniss des genauen Ausdehnungscoefficienten der Scale,
3. durch die Ablenkung, welche das Bild der Quecksilberkuppe durch die unregelmässige prismatische Gestaltung der Glasröhre, durch welche hindurch die Ablesung stattfindet, erleidet.

Dem letzten Uebelstand soll mein Vorschlag vollständig abhelfen, und dieselbe Methode wird sich in vielen anderen Fällen anwenden lassen, wo es sich um genaue Ermittelung von Quecksilberhöhen in Glasröhren handelt.



Man kann nämlich sehr genau den Stand des Quecksilbers mittels einer feinen Stahlspitze bestimmen, und die Berührung des Quecksilbers mit einer Spitze von oben ist ja schon vielfach angewandt. Noch empfindlicher zeigt sich aber eine Spitze, welche von unten die Quecksilberfläche berührt. Im Moment der Berührung bildet sich in der Oberfläche eine kleine trichterförmige Vertiefung, und diese plötzliche starke Deformation ist schärfer zu erkennen, als die allmähliche Eindrückung der Fläche durch eine Spitze von oben. Ich habe mich durch Versuche überzeugt, dass man bei Bestimmung des Quecksilberstandes mit einer feinen Spitze von unten kaum Fehler über 0,001 mm machen kann, während mit derselben Spitze bei Berührung von oben Abweichungen vom Mittel bis zu 0,002 mm vorkamen.

Man kann daher eine Stahlspitze mit Berührung von unten benutzen, um sehr genau den Stand des Quecksilbers im Rohre zu erkennen.

Ein nach diesem Princip construirtes Gefäss-Barometer, welches sich zu einem Normalinstrument wohl eignen würde, ist in der beistehenden Figur skizzirt. Das Gefäss ist ähnlich construirt, wie dasjenige des Magnus'schen Luftthermometers; es besteht aus einem Lederbeutel *A* in Metallfassung *B*, welche

durch einen angepressten Glascylinder *C* verlängert wird; durch Schraube *D* kann der Beutel gehoben werden. In das Gefäss ragt das Barometerrohr *E* hinein, ausserdem zwei Stahlstangen *F* u. *G*; die erstere ist aufwärts gebogen, so dass ein Schenkel im Barometerrohr liegt und mit einer feinen Spitze unter der Quecksilberkuppe endigt; die zweite Stahlstange *G* ist ebenfalls mit einer aufwärts gebogenen Stahlspitze versehen, welche unter der Oberfläche des Quecksilberniveau's im Gefäss endigt[1]). Beide Stangen sind mit Zähnen und Trieb *H* (oder einer anderen feineren Einrichtung) versehen, so dass sie sich heben und senken lassen. *G* trägt im oberen Theile eine von der Spitze aus gerechnete Millimetertheilung, die Stange *F* einen entsprechend feinen Nonius, dessen Nullpunkt der Höhe ihrer Spitze entspricht (eventuell auch um die Höhe der Capillardepression im Rohre höher liegt). Nach dem Einstellen der beiden Spitzen kann man unmittelbar am Nonius die Quecksilberhöhe ablesen.

Für *G* muss der Ausdehnungscoefficient möglichst genau bestimmt werden; auf *F* ist die Temperatur ohne Einfluss, da beide Schenkel sich in gleicher Weise verlängern, die Spitze also immer dem Nullpunkt des Nonius entspricht.

Der Lederbeutel im Gefäss ist angewandt, um das Quecksilber anheben und damit in bekannter Weise das Toricelli'sche Vacuum prüfen, sowie vor der Beobachtung die obere Kuppe gut ausbilden zu können.

Der Ausführung eines solchen Instrumentes stehen allerdings einige Schwierigkeiten entgegen. So wird namentlich die Füllung nicht leicht sein, und ferner wird sich die Länge der Scale von der unteren Spitze ab bezw. die Coincidenz der oberen Spitze mit der Verlängerung des Nullstriches des Nonius nur schwer mit einer der Sicherheit der Ablesung entsprechenden Genauigkeit bestimmen lassen. Indess sind diese Schwierigkeiten wohl nicht so gross, dass sie die Brauchbarkeit der neuen Construction in Frage stellen könnten.

Ueber Farbenblindheit.

Vortrag gehalten in der Gesellschaft der Berliner Mechaniker und Optiker am 1. Februar 1881

von

Dr. C. **Horstmann**, Docent an der Universität Berlin.

Meine Herren, Sie gestatten, dass ich Ihnen einen kurzen Ueberblick über einen Gegenstand gebe, der in den letzten Jahren nicht nur das Interesse der Physiologen und Ophthalmologen, sondern auch das des grösseren Publikums in mehr oder minder hohem Grade in Anspruch genommen hat, es ist dies die Farbenblindheit. In den öffentlichen Blättern wurde vor mehreren Jahren über einen Eisenbahnunfall in Schweden viel geschrieben, der durch einen farbenblinden Locomotivführer, welcher die farbigen Signallaternen verwechselt hatte, herbeigeführt war.

In Folge dieses Unfalles machte der Professor Holmgren in Upsala eine Reihe von Untersuchungen über Farbenblindheit, welche Abnormität übrigens bereits im vorigen Jahrhundert bekannt war. Doch gebührt dem obengenannten Forscher das grosse Verdienst, auf diesen angeborenen Fehler wieder von Neuem die allgemeine Aufmerksamkeit gelenkt zu haben, so dass viele andere Forscher jenem Gegenstande eine erhöhte Aufmerksamkeit zuwandten.

[1]) An *G* wäre vielleicht eine Spitze, die von oben berührt, zweckmässiger, so dass die Stange *G* nicht selbst in das Quecksilber hineintaucht.

Es wird Ihnen sicherlich bekannt sein, dass unser Auge eine Camera obscura ist. Auf unserer Netzhaut finden sich die Bilder von den Gegenständen, die in unseren Gesichtskreis kommen. Und durch diese Haut und durch den Sehnerven werden diese Bilder dem Gehirn übertragen und so unserem Bewusstsein vermittelt. Abnormitäten in jenen Organen, also dem Sehnerven und dessen flächenartiger Ausbreitung der Netzhaut veranlassen nun die mannigfachsten Sehstörungen.

Wir besitzen nach der Theorie von Th. Young und Helmholtz in unserer Netzhaut dreierlei Elemente, durch welche die Perception der Farben vermittelt wird. Es sind dies solche für die Grundfarben Roth, Grün und Violett. Da die übrigen Farben durch Vermischung dieser 3 Grundfarben hergestellt werden können, so genügt die stärkere oder schwächere Anregung der einzelnen Nervenelemente, um uns auch diese zur Wahrnehmung zu bringen. So erregt z. B. das einfache Roth stark die rothempfindenden Faserarten, schwach die beiden anderen; Gelb erregt mässig stark die Roth- und Grünempfindenden, schwach die Violetten, Grün stark die Grünempfindenden, viel schwächer die anderen Arten, Blau mässig stark die Grün- und Violettempfindenden, schwach die Rothen. Erregung aller Fasern von ziemlich gleicher Stärke giebt die Empfindung weiss.

In neuerer Zeit versuchte Hering die Young-Helmholtz'sche Theorie durch eine andere zu ersetzen. Dieser Forscher nimmt ebenfalls dreierlei Elemente in unserer Netzhaut an, welche die Farbenperception vermitteln, nämlich ausser den für Hell und Dunkel (Weiss und Schwarz) solche für Roth und dessen Complementärfarbe Grün, und für Gelb und dessen Complementärfarbe Blau. Durch Mischung dieser letzteren 4 Grundfarben können die übrigen Farben dargestellt werden.

Besitzt das Auge alle die oben genannten Energien, so ist es vollständig normal d. h. es kann alle Farben erkennen; fehlt ihm jedoch eine oder mehrere derselben, so bezeichnen wir es als farbenblind.

Die Farbenblindheit ist schon seit langer Zeit bekannt. Bereits im Jahre 1777 erwähnt Joseph Huddart in einem Briefe an Joseph Triestley einen farbenblinden Schuster Harris und dessen Bruder, der Schiffscapitän war. Der erste genau beschriebene Fall ist der von dem berühmten englischen Chemiker und Physiker John Dalton, der selbst rothblind war und 1794 die an sich gemachten Beobachtungen veröffentlichte. Pierre Prévot bezeichnete daher die Farbenblindheit als Daltonismus.

Seebeck war der erste, welcher im Jahre 1837 Farbenblinde methodisch untersuchte. Demselben wie seinen Vorgängern war es jedoch nicht möglich, eine erschöpfende Erklärung dieses Fehlers zu geben. Dieses Verdienst gebührt Helmholtz, welcher die bereits im Anfang dieses Jahrhunderts von Thomas Young aufgestellte Hypothese von den 3 Grundfarben der Vergessenheit entriss und darauf die Physiologie der normalen und anormalen Farbenempfindung aufbaute. Unabhängig von Helmholtz, aber etwas später als er, that dasselbe Maxwell.

Es würde zu weit führen, die darauf erschienenen Arbeiten über die Physiologie des Farbensinnes und die Anomalien desselben hier durchzugehen. Das nächste, womit wir uns zu beschäftigen hätten, wäre die Eintheilung der Farbenblindheit zu besprechen.

Die Anhänger der Young-Helmholtz'schen Theorie und die der Hering'schen stehen sich hierin gegenüber.

Beide theilen die Farbenblinden in total Farbenblinde und partiell Farbenblinde. Erstere entbehren jedes Farbenunterscheidungsvermögen, während dasselbe bei letzteren noch theilweise vorhanden ist.

Die Anhänger der Young-Helmholtz'schen Theorie unterscheiden 3 Arten von partieller Farbenblindheit:

1. Die Rothblindheit,
2. Die Grünblindheit und
3. Die Violettblindheit.



Bei den davon betroffenen Personen sind die Netzhautelemente, welche die Empfindung für Roth resp. Grün oder Violett vermitteln, nicht functionsfähig.

Die Anhänger von Hering dagegen theilen die partiell Farbenblinden nur in 2 Gruppen ein:

1. Rothgrünblinde,
2. Blaugelbblinde.

Bei der Rothgrünblindheit (Gelbblausichtigkeit), zu der sowohl die Roth- wie Grünblindheit (nach Helmholtz) zu rechnen ist, sind die Elemente der Netzhaut, welche die Perception von Roth und Grün vermitteln, nicht functionstüchtig. Der Farbenblinde erkennt alsdann ausser Schwarz, Weiss und Grau nur gelbe und blaue Farbentöne. Die Netzhaut wird von allen Strahlen des Spectrums, welche vom Roth bis zum Blau reichen, in einer und derselben Farbe und zwar in Gelb erregt. Das Gelb des Spectrums bietet diesen Farbenblinden die reinste gesättigste Empfindung für Gelb. Roth, Grün, Gelb sind daher für solche Netzhäute qualitativ völlig identisch. Das Spectrum besteht somit hier nur aus 2 Theilen einem Gelben und einem Blauen. Kein derartiges Auge kann Violett unterscheiden, da letzteres aus Blau mit Beimischung von Roth besteht.

Es ist eine merkwürdige Thatsache, dass der Roth-Grünblinde die objectiven Farben, die wir Roth und Grün sehen, Gelb sieht, dass er aber dieselben Farben, wenn sie subjectiv, durch Contrast hervorgerufen werden, Blau empfindet, so dass unter den objectiven Farben Roth, Grün und Gelb, unter den subjectiven Roth, Grün und Blau coordinirt sich zeigen.

Der Roth-Grünblinde wird, wenn von reinem Weiss und Schwarz abgesehen wird, alle farbigen Objecte in 3 Reihen eintheilen:

1. Die Reihe der gelben Farben: Roth, Rothgelb, Gelbroth, Gelb, Gelbgrün, Grüngelb, Grün; ferner jenes Blaugrün, woselbst das Grün das Blau, und jenes Purpur, in dem das Roth das Blau überwiegt; endlich Grau, das noch einen Stich in's Rothe, Gelbe oder Grüne hat.

2. Die Reihe der blauen Farben: Blau, Violett, jenes Blaugrün und jenes Purpur, wo Blau überwiegt; Grau, wenn es factisch Blaugrau ist.

3. Die Reihe der grauen Farben: Grau, jenes Blaugrün und jenes Purpur, welche das betreffende Auge mit gleicher Intensität der sie constituirenden Grundfarben treffen.

Der Rothgrünblinde bezeichnet mitunter verschiedene Töne von Blaugrün und Purpur, welche dem normalen Auge nahezu identisch erscheinen, als ganz antagonistische Farben. Alsdann wiegt in einer Probe das Blau, in einer anderen das Roth vor. Beide halten sich das Gleichgewicht, wenn die Purpurfarbe grau erscheint.

Da im Spectrum kein Purpur, dagegen Blaugrün vorkommt, so wäre es nicht wunderbar, wenn dem Farbenblinden an der Stelle des Blaugrün ein grauer Streifen erschiene, wodurch der gelbe Theil des Spectrums vom Blauen geschieden wird, welches Verhalten auch factisch existirt.

Als feststehende Thatsache muss angesehen werden, dass einzelne Farbenblinde eine Verschiedenheit des Gewichts (Quantität) der Farbenempfindungen zeigen, so sieht ein rothgrünblindes Auge Roth heller als Grün, ein anderes wieder Grün heller als Roth. Bei letzteren zeigt das rothe Ende des Spectrums eine wirkliche oder scheinbare Verkürzung.

Die Anhänger der Young-Helmholtz'schen Theorie sind der Ansicht, dass die Rothgrünblindheit in eine Rothblindheit und eine Grünblindheit zu theilen ist. Das Farbensystem der ersteren besteht nur aus Grün und Violett. Dem Rothblinden erscheint das spectrale Roth als gesättigtes lichtschwaches Grün, das Gelb als lichtstärkeres gesättigtes Grün, das Grün als lichtstarke aber weissliche Abstufung derselben Farbe von Roth und Gelb, das Blau als Blau, das Violett als dunkelblau. Das rothe Ende des Spectrums ist verkürzt.

Der Grünblinde sieht das Roth des Spectrums als lichtschwaches sehr gesättigtes Roth, das Gelb als lichtstärkeres Roth, Grün als Weiss oder Grau, Blau als Indigo und Violett als Violett. Das Spectrum ist nicht verkürzt. —

Weit seltener als die Rothgrünblindheit kommt die Blaugelbblindheit vor (Ery-

throchloropie, Rothgrünsichtigkeit). Hierbei besteht das Farbensystem nur aus Roth und Grün. Die farbigen Stoffe erscheinen Grün, Roth oder Grau. Gelb wird für Grau, Grün oder Roth gehalten, Blau für Grau oder Grün, Violett und Purpur für Roth. Fast immer ist das Spectrum, oft sehr bedeutend verkürzt. Die Anhänger der Helmholtz'schen Theorie bezeichnen diese Art der Farbenblindheit als Violettblindheit (Blaublindheit Maxwell).

Noch seltener als letztere Anomalie kommt die totale Farbenblindheit vor. Das Farbensystem ist hier auf Schwarz und Weiss reducirt nebst den Mischungen desselben. Nach Helmholtz ist dieser Zustand daraus, dass nur eine Fasergattung functionirt, zu erklären, nach Hering bei alleiniger Thätigkeit der schwarzweissen Substanz. Das Spectrum ist an beiden Enden verkürzt und besteht nur aus einem farblosen Streifen.

Was die Untersuchung der Farbenblinden anlangt, so sei zuerst die Spectraluntersuchung erwähnt.

Im Wesentlichen erkennt der Rothgrünblinde das Spectrum von Tageslicht oder einer Gasflamme als rein dichromatisch, als Gelb und Blau, die grösste Helligkeit liegt im Gelb, zwischen Gelb und Blau findet sich keine graue Linie, dagegen liegt die Grenze beim Uebergang von Grün nach Blaugrün. Das Spectrum ist am violetten Ende nicht verkürzt, dagegen am rothen Ende. Roth, Orange, Gelb und Grün erscheinen Gelb oder Feuerfarben; Blau und Violett als Blau. Das ganze Spectrum wird, durch farbige Wollen nachgelegt, ein Gelb und ein reines Blau.

Bei Benutzung der Raddé'schen Farbentafel erscheint Zinnoberroth, die Uebergänge davon zu Orange, Orange, dessen Uebergang zu Gelb als Gelbbraun, Gelb als gesättigtes Gelb, die Uebergänge von Gelb nach Gelbgrün, Gelbgrün die Uebergänge nach Grasgrün, Grasgrün die Uebergänge nach Blaugrün als Gelbbraun; hiervon sind dem Farbenblinden der Uebergang von Zinnober nach Orange und Grasgrün identisch, weiter der Uebergang von Zinnober nach Orange und der Uebergang von Gelbgrün nach Grasgrün, Orange und der Uebergang von Gelbgrün nach Grasgrün. Blau erscheint als Blau, Blaugrün als Uebergangsfarbe zu Blau. Purpur, Carmin erscheinen als Gelbbraun.

Wird die Prüfung durch den Simultancontrast ausgeführt, so benutzt man am besten den von H. Meyer angegebenen Florpapierversuch, welcher durch A. Weber 1875 zur Farbenprüfung empfohlen ist. Nach den Versuchen mit dem Heidelberger Farbenbuch haben die blauen Farben, Blau, Violett, Purpur, Rosa, deren Contrastfarben Gelb, Grüngelb, Lichtgrün, Dunkelgrün sind, einen gelben oder gelbbraunen Contrast; die gelben Farben Grün und Gelb einen blauen. Auf diesem Princip beruhen auch die von Pflüger veröffentlichten Tafeln zur Prüfung auf Farbenblinheit.

Wird der Spiegelversuch von Ragona Scina, durch Cohn zur Farbenprüfung empfohlen, ausgeführt, so erscheinen die dem Rothgrünblinden als Nuancen von Gelb erscheinenden Rosa Roth und Grün als blaue Contrastfarben.

Bei den farbigen Schatten, von Stilling empfohlen, ist dasselbe Verhältniss zu constatiren.

Dem Farbenblinden erscheinen gewisse unserem Auge differente Farben, fälschlich gleichfarbig: pseudoisochromatisch (Donders). Hierauf sind 2 Arten von Prüfungen basirt. Der Farbenblinde wird eine Reihe von Farben als gleich bezeichnen, die es nicht sind, dann wird er Zeichen und Buchstaben auf farbigem Grunde nicht erkennen, wenn die Farben des Grundes und der Zeichen resp. Buchstaben pseudoisochromatisch und gleich hell sind.

Die Farbentafel von Daae enthält 10 horizontale Reihen in jeder Reihe 7 Muster farbiger Wolle, bestehend aus 3 senkrecht neben einander stehenden Wollfäden von 13 mm Länge. Die Reihe 8 und 10 sind isochromatisch, die anderen anisochromatisch. Für das Auge mit dichromatischem Spectrum wird eine gewisse Anzahl dieser Reihen pseudoisochromatisch erscheinen.

Donders lässt durch Roth- und Grünblinde je das Wollenpaar heraussuchen, das iden-

tisch erscheint. Jedes pseudoisochromatische Paar wird auf ein Holzplättchen gerollt, sodass die eine Farbe den Grund bildet, die andere in 2 oder mehr Streifen darüber geht. Derjenige, welcher auf einer dieser Proben die Zahl der Streifen nicht angeben kann, hat einen mangelhaften Farbensinn. Der Rothgrünblinde wird als gleichfarbig Roth auf Braun, Grün auf Braun, Roth auf Grün, Blau auf Violett, Rosa (Purpur) auf Blau, Rosa (Purpur) auf Violett, Rosa auf Blaugrün halten, während er Gelb auf Blau unterscheidet.

Dieselbe Prüfung lässt sich auch durch Pulverproben anstellen.

Es existiren auch Tafeln woselbst die Verwechselungsfarben gemalt sind. So hat Holmgren eine Verwechselungstafel publicirt, welche als Probe oder Musterfarbe Lichtgrün, Purpur, Roth enthält die Verwechselungsfarben für Lichtgrün sind Graugrün, Braun, Gelblich, Fleischfarbe und Rothgrau; für Purpur Dunkelblau und Violett, Grau und Grün, für Roth Dunkelgrün und Dunkelbraun, Hellgrün und Hellbraun. — Stilling hat die Verwechselungsfarben von einem farbenblinden Maler herstellen lassen.

Weiter hat Stilling pseudoisochromatische Zeichentafeln entworfen. Buchstaben von der Verwechselungsfarbe der Grundfarbe stehen auf letzterer. Wer die Buchstaben nicht lesen kann, ist farbenblind.

Cohn hat sich Buchstaben und Ziffern auf pseudoisochromatischem Grunde mit Wolle sticken lassen.

Die Wahlproben sind die Untersuchungsmethoden, woselbst der zu Prüfende aufgefordert wird, farbige Papiere, Wollen, Pulver zu sortiren oder zu einer ihm vorgelegten Farbe die analoge herauszusuchen.

Der erste, welcher diese Methode ausführte, war Seebeck, der bereits im Jahre 1837 mit farbigen Papieren und Wollproben Untersuchungen auf Farbenblindheit anstellte. Holmgren benutzte diese Seebeck'sche Prüfung, indem er zuerst ein lichtgrünes Wollbündel vorlegte. Derjenige, welcher zu diesem Muster ausser grünen Wollen eine oder mehrere Verwechselungsfarben, also Graugrün, Braun, Gelblich, Fleischfarben, Grauroth, hinzulegt, ist farbenblind. Wer zu Purpur ausser Purpur Blau und Violett legt, ist Rothblind, wer ausser Purpur Grün und Grau zulegt, ist Grünblind. Die dritte Probe besteht darin, dass man ein lebhaft rothes Wollbündel vorlegt. Der Rothblinde wählt Nuancen von Grün und Braun, welche dem Normalsehenden dunkler, der Grünblinde Nuancen derselben Farben, die dem Normalsehenden heller erscheinen als das Proberoth.

Die Untersuchung mit farbigen Gläsern die Farbenblinden sehen zu lassen, haben dreierlei Interesse: 1. Es wird mit ihrer Hülfe dem Farbenblinden möglich, Farben zu unterscheiden, die er früher nicht zu unterscheiden vermochte, 2. es werden Anhaltspunkte gegeben, Simulation von Farbenblindheit aufzudecken, 3. sie führen zur Entscheidung, ob Farbenblindheit heilbar ist.

Snellen hat der älteren englischen Ausgabe seiner Probebuchstaben 5 Reihen farbiger Buchstaben auf schwarzem Grunde beigegeben. Der Rothgrünblinde hält Rosa für Grau, Gelb für Gelb, Grün für Braun, Blau für Blau, Grau für Gelbgrau.

Eines der vorzüglichsten Instrumente zur Prüfung auf Farbenblindheit ist das von Hirschberg zu diesem Zwecke modificirte Vierordt'sche Spectroskop. Dasselbe ist ein Doppelspectroskop und mit einer Einrichtung versehen, welche nur einen Farbenstreifen des Spectrums erkennen lässt. Mit dem einen Spectrum wird eine Farbe angegeben und der Untersuchte angewiesen die gleiche hierzu zu stellen.

Massenuntersuchungen auf Farbenblindheit sind von einer grossen Anzahl Autoren angestellt worden. Auf 10 000 Männer kommen ungefähr 300 Farbenblinde, auf 10 000 Frauen nur 30. Die Farbenblindheit ist erblich, häufig überspringt sie eine Generation, sie befällt vorwiegend das männliche Geschlecht, und zwar in der Art, dass durch die nicht farbenblinde Tochter die Farbenblindheit sich vom Grossvater (Horner'sches Gesetz) auf den Enkel überträgt. Eine Entwickelnng des Farbensinnes in historischer Zeit wurde von Gladstone,

Geiger, Magnus, Weise angenommen; diese Auffassung wurde jedoch auf's Gründlichste sowohl von Philologen wie Ophthalmologen widerlegt.

Die angeborene Farbenblindheit ist unheilbar, jedoch ist es möglich, sie durch farbige Gläser theilweise unschädlich zu machen.

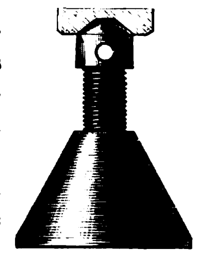
Kleinere Mittheilungen.

Observatorium zur Untersuchung der Nordlichter.

Professor Tromholt in Bergen beabsichtigt, bei der norwegischen Regierung einen Antrag auf Errichtung eines Observatoriums zu stellen, welches sich speciell mit der Beobachtung und Untersuchung der Nordlichter, sowie der Phänomene des Erdmagnetismus beschäftigen soll. Das Observatorium soll in Drontheim, 63° N. B., errichtet werden. Dass sich dieser Ort vorzüglich zur Anlage eines solchen Observatoriums eignen würde, geht aus dem Umstande hervor, dass während des Winters 1880/81 dort nicht weniger als 62 Nordlichter beobachtet wurden und dass in der Periode vom 1. Juli 1880 bis zum 30. April 1881 an 122 Tagen Störungen im Telegraphendienste vorgekommen sind, von denen nur ein verschwindender Theil mechanischen Ursachen zuzuschreiben war. Das Observatorium ist als Centralstelle für sämmtliche Nordlicht-Beobachtungen gedacht; es soll mit Spectroskopen, Theodoliten, Variationsinstrumenten u. s. w. ausgestattet werden. Es braucht nicht hervorgehoben zu werden, ein wie grosser Gewinn die Errichtung eines derartigen Institutes für die Wissenschaft wäre; den Bemühungen des Prof. Tromholt ist daher der beste Erfolg zu wünschen.

Kleine Winden, als Ersatz des Keiles und des Dreifusses.

Die in nebenstehender Figur dargestellte kleine Winde eignet sich vorzüglich als Ersatz des Keils. In vielen Fällen übertrifft sie ihn durch die Fähigkeit, sich überall mit ihrer ringförmigen Unterfläche und ebenso mit ihrer auf dem kugelig abgerundeten Schraubenkopf oben aufliegenden conisch ausgebohrten Platte anzuschmiegen. Bei ebenen Flächen legen sich die Ringplatten ohne Weiteres an, bei unregelmässigen Flächen dagegen empfiehlt es sich, in die Ringplatten drei Gesenklöcher zu bohren und diese letzteren mit passenden Schrotkugeln auszulegen, um so sichere Anlage zu erzielen.



Drei solcher Winden vertreten einen Dreifuss mit Stellschrauben und gestatten, irgend welchen Körper in eine bestimmt vorgeschriebene Lage zu bringen. *C. Reichel.*

Neu erschienene Bücher.

Otto von Guericke's „Experimenta nova (ut vocantur) Magdeburgica." Im Auftrage des Commissares des Deutschen Reiches für die Elektricitäts-Ausstellung in Paris 1881 neu edirt und mit einem historischen Nachworte versehen von Dr. H. Zerener. Berlin 1881, Comm.-Verl. von Julius Springer. M. 3,00.

Die deutsche Reichspostverwaltung hatte auf der vorjährigen Elektricitäts-Ausstellung zu Paris einen historisch überaus interessanten Apparat ausgestellt, die älteste Elektrisirmaschine, von dem deutschen Physiker Otto von Guericke vor etwa 250 Jahren construirt. Der Apparat ist von Guericke selbst in seinem in Amsterdam 1672 verlegten Werke: „Experimenta nova (ut vocantur) Magdeburgica, de vacuo spatio" geschildert. Einem Neu-Abdrucke dieses lateinisch geschriebenen Werkes von Guericke, welchem deutsche und französische Uebersetzung beigefügt sind, lässt Verfasser ein in deutscher und französischer Sprache geschriebenes historisches Nachwort folgen. Zunächst wird die Geschichte des Apparates mit-

getheilt und sodann die Bedeutung der elektrischen Arbeiten Guericke's kritisch beleuchtet. Die Schrift bildet einen dankenswerthen Beitrag zur Geschichte der exacten Wissenschaften und verdient die wärmste Empfehlung. Besonders hervorzuheben ist die vortreffliche, in der äusseren Form das Original mit historischer Treue nachahmende Ausstattung des Werkes.

Journal- und Patentlitteratur.

Ueber die Erniedrigung des Eispunktes bei Quecksilber-Thermometern.

Von Crafts. Comptes Rendus 94. S. 1298.

Der Verf. hat seine Untersuchungen über die Einwirkung von hohen Temperaturen auf die Verschiebung des Eispunktes von Quecksilber-Thermometern — vgl. B. 1. S. 93 dieser Zeitschr. — fortgesetzt und ist dabei zu Resultaten gekommen, welche auch eine praktische Bedeutung für die Verfertigung und Behandlung von Thermometern haben dürften.

Die durch Temperaturerhöhung verursachte Erniedrigung des Eispunktes zeigt nach dem Verf. bei zweckmässig behandelten Thermometern selbst bei sehr hohen Temperaturen eine sehr regelmässig verlaufende Abhängigkeit von der Temperatur. Um diese Erniedrigung in ihrer Reinheit zu erhalten, darf der Eispunkt, von welchem man ausgeht, nicht selbst ein erniedrigter sein. Bei einem in gewöhnlicher Weise hergestellten Thermometer muss daher der Eispunkt zunächst dadurch möglichst angehoben werden, dass das Instrument auf die Temperatur, deren Einfluss man beobachten will, erwärmt und dann genügend langsam abgekühlt wird. Eine selbst sehr lange andauernde Erwärmung auf niedrigere Temperaturen z. B. die wochenlang fortgesetzte Erhitzung bei 100° genügt nicht, um die von der Anfertigung herrührende Depression des Eispunktes so vollständig verschwinden zu lassen, wie es jede höhere Erwärmung bewirkt. Die langsame Abkühlung des Thermometers kann jedoch auch stufenweise erfolgen. Beispielsweise waren bei fünf Thermometern, welche 24 Stunden lang auf 306° erhitzt worden waren, vier Tage nöthig, um ihren Eispunkt bei einer Temperatur von 218° constant werden zu lassen. Eine Erhitzung von 18 Tagen bei 100° liess die von 218° herrührende Depression verschwinden. Die Depression durch 100° verschwindet bei gewöhnlicher Temperatur erst nach sechs Monaten bis zwei Jahren ihrem grössten Theile nach, dagegen schon durch eine dreitägige Erwärmung auf 80°, eine viertägige auf 60°, eine fünftägige auf 40°.

Folgende Tabelle giebt für sechs verschiedene Thermometer — darunter No. 5 von thüringer, die übrigen von französischem, bleihaltigem Krystallglase — die Abhängigkeit der Grösse der Depression von der Temperatur wieder. Um die von der Anfertigung herrührende Depression zu zerstören, waren die Thermometer 1 und 5 elf Tage auf 355°, 13 und 15 drei Tage lang auf 206° und 266°, No. 31 und 32 vor ihrer Füllung 100 Stunden lang auf 440° erwärmt. Dann wurden alle Instrumente so allmählich als möglich während 100 Stunden abgekühlt. Schliesslich wurden die Thermometer zur Anstellung der Versuche einen Tag lang auf 306° erwärmt und ihr Eispunkt beobachtet. Um nach ihrer Erwärmung auf 306° die Depression des Eispunktes verschwinden zu lassen, wurden die Thermometer 4 Tage lang bei 218°, 18 Tage bei 100°, 5 Tage bei 80°, 7 Tage bei 60°, 6 Tage bei 40°, 9 Tage bei 20°, 3 Tage bei 10° und 2 Tage bei 0° erhalten und jedesmal Eispunktsbestimmungen gemacht.

Depression der Eispunkte durch: No.	40°	60°	80°	100°	160°	218°	260°	306°	355°
1	0°,00	0°,06	0°,19	0°,31	0°,74	1°,12	1°,33	1°,63	2°,19
5	0,04	0,08	0,18	0,29	0,56	0,76	0,91	1,14	1,51
13	0,02	0,03	0,17	0,31	0,69	0,87	1,09	1,30	2,15
15	0,01	0,05	0,18	0,31	0,75	0,97	1,12	1,40	2,05
31	0,02	0,06	0,22	0,37	0,84	1,15	1,46	1,77	
32				0,28	0,69	0,98	1,21	1,56	2,06.

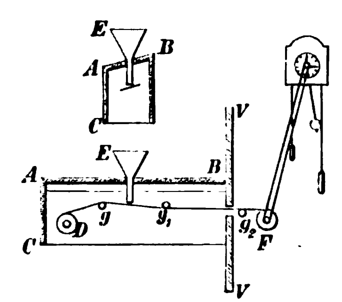
Das Tableau zeigt in der That, dass Thermometer aus französischem Glase sich nahezu gleichartig verhalten, und dass die Aenderungen der Eispunkte durch hohe Temperaturen bei entsprechend behandelten Thermometern verhältnissmässig klein bleiben und regelmässig verlaufen.

T.

Registrirung der Regendauer.

Von Schmeltz. Journ. d. Phys. 1882. Mai.

Um eine continuirliche Registrirung der Regendauer zu erzielen, hat Verf. folgenden einfachen Apparat construirt: Den wesentlichsten Theil des Apparates bildet ein langer, gegen die Action des Regens sehr empfindlicher Papierstreifen, wie z. B. Morse-Papier. Nachdem das Papier in eine Lösung von schwefelsaurem Eisen getaucht ist, wird es sorgsam getrocknet und dann mittels eines kleinen Baumwollenpfropfens, mit Tanninsäure, gemischt mit pulverisirtem Harz, um die Adhärenz grösser zu machen, bestrichen. Dieser Papierstreifen wird in einem langen, unten geöffneten, Holzkasten *CAB* (Vergl. Fig.), welcher ausserhalb eines Fensterbretts *VV* befestigt ist, ausgebreitet. Der Streifen wird auf einer Scheibe *D* aufgerollt, wird über und unter den Führern g, g_1, g_2 geleitet, geht durch eine Spalte des Fensterbretts und rollt sich dann auf dem Cylinder *F* auf; er geht unter der abgeplatteten Zunge eines metallischen Trichters hinweg, welcher in den Deckel des Holzkastens eingeschlossen ist.



Die doppelte Neigung des Streifens hat den Zweck, ein rasches Ablaufen des Regens herbeizuführen. Ein feiner Regen bringt daher auf dem Papier nur einen schmalen Streifen hervor, während starke Niederschläge Spuren von der ganzen Breite des Papiers hinterlassen.

Der Cylinder *F* erhält seine Rotationsbewegung mittels einer Kette ohne Ende, welche über zwei identische gezahnte Räder geht, von denen das eine auf der Axe des Cylinders *F* und das andere auf der Axe des Minutenzeigers einer gewöhnlichen Gewichtsuhr befestigt ist. Der Papierstreifen bewegt sich daher in einer Stunde um eine Länge gleich dem Umfange des Cylinders *F* vorwärts. Dieser Umfang vergrössert sich mit dem Aufrollen des Papiers etwas, die Differenz ist leicht in Rechnung zu ziehen. — Wenn es während einer Periode von 24 Stunden nicht geregnet hat, ist der aufgerollte Streifen natürlich wieder zu benutzen.

Ausser der Dauer des Regens dürfte der Apparat auch geeignet sein, ganz feine Niederschläge zu registriren, die sich der Beobachtung durch den Regenmesser entziehen, aber auf dem Papierstreifen immer eine feine Linie hinterlassen.

Magnetisches Gyroskop.

Von A. Crova. Journ. de Phys. 1882. Juni.

Das magnetische Gyroskop, — ein Apparat, welchen Verf. zu Vorlesungszwecken benutzt, — zeigt den Einfluss magnetischer Kräfte auf in Bewegung befindliche Körper; es bringt zur Anschauung, wie durch äussere Einflüsse, Anziehung, Abstossung der Gang der Bewegung auf kurze Zeit oder permanent modificirt werden kann.

Eine leichte Scheibe aus weichem Eisen ist auf einer bis zur Sättigung magnetisirten Axe aus hartem Stahl befestigt und wird mit grosser Schnelligkeit um diese Axe gedreht; der unterste Punkt dieser Axe ruht auf einem sphärischen concaven Lager von Stahl.

Unter den Experimenten, welche Verf. mit dem Apparate zur Ausführung bringt, sind die beiden folgenden die hauptsächlichsten.

1. Präcession der Nachtgleichen: Der Apparat wird in den Zustand des indifferenten Gleichgewichts gebracht, indem der Schwerpunkt der Eisenscheibe in ihren Stützpunkt verlegt wird; es geschieht dies unter Zuhülfenahme eines beweglichen Messingringes, welcher längs der Axe verschoben wird. Der Apparat wird dann in schnelle Rotation gesetzt und man giebt der Axe eine bestimmte Neigung. Die Stellung der Axe bleibt jetzt unveränderlich, welcher Art auch die Bewegung sei.

Ueber der Scheibe ist ein kleiner Elektromagnet derartig angebracht, dass seine Axe durch die Verticale des Stützpunktes des Apparates geht und dass sein unterer Pol entgegengesetztes Zeichen hat wie der obere der Drehungsaxe. Mittels eines Umschalters wird nun in diesen Magneten ein Strom geführt. Wenn die Scheibe keiner Rotation unterworfen wäre, so würde die Axe jetzt in die verticale Lage zurückkehren. Da die Scheibe sich aber dreht, so entsteht augenblicklich eine retrograde conische Bewegung. Diese Bewegung der Axe ist um so schneller, je

schwächer das Trägheitsmoment der Scheibe, je stärker die magnetische Anziehung und je langsamer die Rotation ist. Eine Unterbrechung des Stromes bringt die Drehungsaxe augenblicklich in ihre frühere Lage zurück.

2. Zusammensetzung von Drehungen: An Stelle des festen Elektromagneten über der Axe wendet man einen beweglichen an, den man in der Hand halten kann. Der Schwerpunkt der Scheibe falle wieder mit ihrem Stützpunkte zusammen und die Rotationsaxe sei vertical. Man bringt die Scheibe in schnelle Rotation und nähert den Elektromagneten dem Umfange des weichen Eisenringes, derartig, dass seine Axe, horizontal gestellt, senkrecht zur Axe der Scheibe steht.

Wenn die Axe des beweglichen Elektromagneten in der Ebene des Eisenringes ist, bemerkt man keine Aenderung in der Rotation. Wenn man den Magneten langsam hebt, so bringt die Anziehung, welche er auf die Scheibe ausübt, eine wachsende Neigung der Rotationsaxe hervor, in einer Ebene senkrecht zu derjenigen, welche durch die Axe und den Elektromagneten geht. — Wenn man den Elektromagneten senkt, unter die Ebene des Eisenringes, so entsteht eine Bewegung der Neigung in entgegengesetztem Sinne, derartig, dass in Folge der verticalen Bewegung des Elektromagneten die Scheibe auf beiden Seiten der Verticale oscillirt, in einer Ebene, genau senkrecht zu der Verticalebene, in welcher sich der Elektromagnet bewegt.

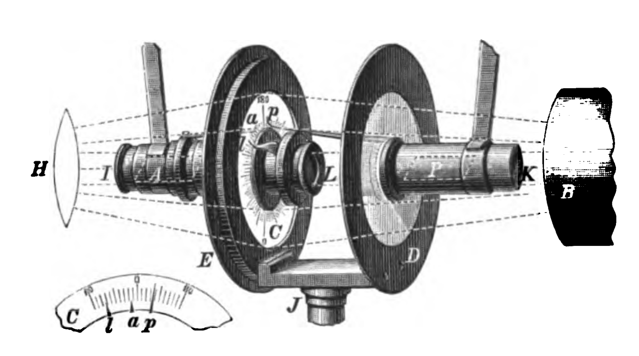
Das Princip, auf welchem diese Experimente beruhen, könnte noch vielfache Anwendung finden, sei es zu Demonstrationszwecken, sei es zu speciellen Untersuchungen.

Apparat zur gleichzeitigen Projection und Messung der Polarisationsebenen des Analysator und des zu untersuchenden Krystalls.

Von L. Laurent. Journ. de Phys. 1882. Mai.

Zwei metallische Ringe D und E (vergl. Fig.) sind einander gegenüber auf einer horizontalen Axe befestigt. Das Doppelwinkelmaass I, welches sie verbindet, ist auf einem Dreifuss mit Klemmschraube montirt.

Der Ring D trägt eine transparente Scheibe. Im Centrum derselben ist eine kurze Röhre und in dieser ein drehbarer Tubus P befestigt, welcher das polarisirende Nicol und einen Index p trägt; letzterer dreht sich über dem getheilten Zifferblatt C. Der Tubus P wird mit der Hand mittels eines Hebels gedreht, welcher die Projection nicht stört.



Die andere ringförmige Platte E trägt eine grosse planconvexe Linse C. Eine kurze Röhre ist gleichfalls im Centrum befestigt; auf der einen Seite trägt dieselbe die bewegliche Kappe L mit dem Index l, welche zur Aufnahme der zu untersuchenden Krystallscheibchen dient. Auf der anderen Seite der kurzen Röhre ist ein zweiter Tubus A mit dem Index a befestigt, welcher gleichfalls mittels eines Hebels drehbar ist; A nimmt das analysirende Nicol auf.

Die Linse C hat zum Zweck, das ringförmige Strahlenbündel, welches das getheilte Zifferblatt erleuchtet, gegen das Centrum der Projectionslinse H convergiren zu lassen und zu gleicher Zeit das zur Projection dienende optische System zu achromatisiren. Concentrisch zur Röhre trägt nämlich die Linse C die transparente Photographie eines getheilten Zifferblattes, welches durch das aus der Kappe B der Projectionslaternen ausgehende divergente Licht erleuchtet wird.

Der Polarisator-Tubus P enthält eine convergente Linse K, welche die divergenten Strahlen der Kappe B aufnimmt und sie parallel in das System $P\,A$ wirft; der Tubus P schützt zu gleicher Zeit das Nicol.

Der Analysator-Tubus A hat eine divergente Linse J, welche die Ebene der zu untersuchenden Krystallscheibe in diejenige des Zifferblattes und der Indices p, a und l virtuell bringen soll; die Röhre soll zugleich das analysirende Nicol schützen.

Die Indices p und l drehen sich auf der einen Seite des Zifferblattes C, aber unabhängig

von einander; der Index a befindet sich auf der anderen Seite von C. Die Projectionslinse H projicirt zu gleicher Zeit die zu untersuchenden Krystalle, das Zifferblatt und die drei Indices. In jedem Augenblick sieht man daher die Phänomene der Projection auf dem Zifferblatt und man kann die Stellung der Indices ablesen. Der Apparat wird nahe vor die Projectionslaternen B gestellt und arbeitet sowohl mit elektrischem, als mit Drummond'schen Lichte. Verf. spricht sich über die Leistungen desselben günstig aus.

Aperiodisches Galvanometer.

*Von Depretz u. d'Arsonval. Compt. Rend. **94.** S. 1347.*

Zwischen den Armen eines vertical auf eine Bodenplatte aufgeschraubten Hufeisenmagneten ist ein von vielen Windungen sehr dünnen Kupferdrahts gebildeter rechteckiger Rahmen so ausgespannt, dass die Langseiten desselben den Armen des Magneten parallel sind. Der Draht endigt in zwei in den Mitten der beiden gegenüberliegenden kürzeren Seiten befindlichen Haken; der obere, der noch einen kleinen Spiegel trägt, wird durch einen Silberdraht oder gehärteten Kupferdraht von einem neben dem Magneten auf der Fussplatte befestigten Ständer getragen, der untere durch einen zweiten Draht von einer am Fusse sitzenden Feder straff gehalten. Die den oberen Draht tragende Schraube gestattet eine Drehung zur Herstellung des Torsionsgleichgewichts und eine Hebung des ganzen Rahmens in kleinen Grenzen behufs straffer Anspannung der Drähte und Aenderung der Empfindlichkeit des Apparates. Innerhalb des Rahmens befindet sich noch, parallel zu den Langseiten desselben, ein hohler Eisencylinder zur Verstärkung des magnetischen Feldes. Der zu messende Strom wird durch die Drähte, durch die der Inductionsrahmen angespannt ist, durch den letzteren geleitet. Die Ablesung erfolgt mit Fernrohr und Scale. Der Apparat ist äusserst empfindlich und die Dämpfung eine vollkommene. Ströme von 0,0000001 Ampère werden von dem Galvanometer angezeigt. Die Dämpfung infolge der Inductionsströme ist so vollkommen, dass, wenn der Rahmen bei unverbundenen Zuleitungsdrähten mechanisch in Schwingungen versetzt ist, die Schliessung des Stromkreises eine augenblickliche Einstellung in die Gleichgewichtslage zur Folge hat. *L.*

Einwirkung der durch Töne erzeugten Telephonströme auf das Galvanometer.

*Von Chardonnet. Compt. Rend. **94.** S. 857.*

Bekanntlich konnte man sogleich nach dem Bekanntwerden des Bell'schen Telephons schon durch wenig empfindliche Galvanometer das Entstehen von Inductionsströmen im Telephonkreise durch mechanische Bewegung der Receptorplatte nachweisen. Ein leichter Druck mit dem Finger auf dieselbe gab einen Ausschlag der Nadel in der einen Richtung, plötzliches Nachlassen einen solchen in der entgegengesetzten Richtung. Ferner hatte bereits damals E. du Bois-Reymond die Erregung von Inductionsströmen in der Telephonleitung durch Hineinsprechen an den Zuckungen von Froschschenkeln nachgewiesen, wenigstens für Vocale mit wenig hervortretenden Obertönen. Chardonnet zeigt nun allgemein an empfindlichen Galvanometern die Erregung der Inductionsströme im Telephon durch Töne, allerdings nur durch solche, deren Intensität im Anwachsen oder Fallen begriffen ist. Der Grund dafür, dass Töne von gleichbleibender Intensität auf das Galvanometer nicht einwirken, liegt darin, dass die Schwingungen der Platte und damit die auftretenden Inductionsströme sich in entgegengesetzter Richtung zu schnell folgen, als dass die Nadel des Galvanometers den einwirkenden Kräften folgen könnte. Bei wachsender oder fallender Intensität des Stromes sind dagegen die aufeinanderfolgenden entgegengesetzten Elongationen der Platte und damit die Ströme entgegengesetzter Richtung ungleich, und die nach einer Richtung liegenden Stromdifferenzen summiren sich und wirken auf die Galvanometernadel ein. Die Ausschläge sind für sich verstärkende und für nachlassende Töne von entgegengesetzter Richtung; dieselben sind grösser bei Anwendung von mikrophonischen Transmittern als bei der des einfachen Bell'schen Telephons. *L.*

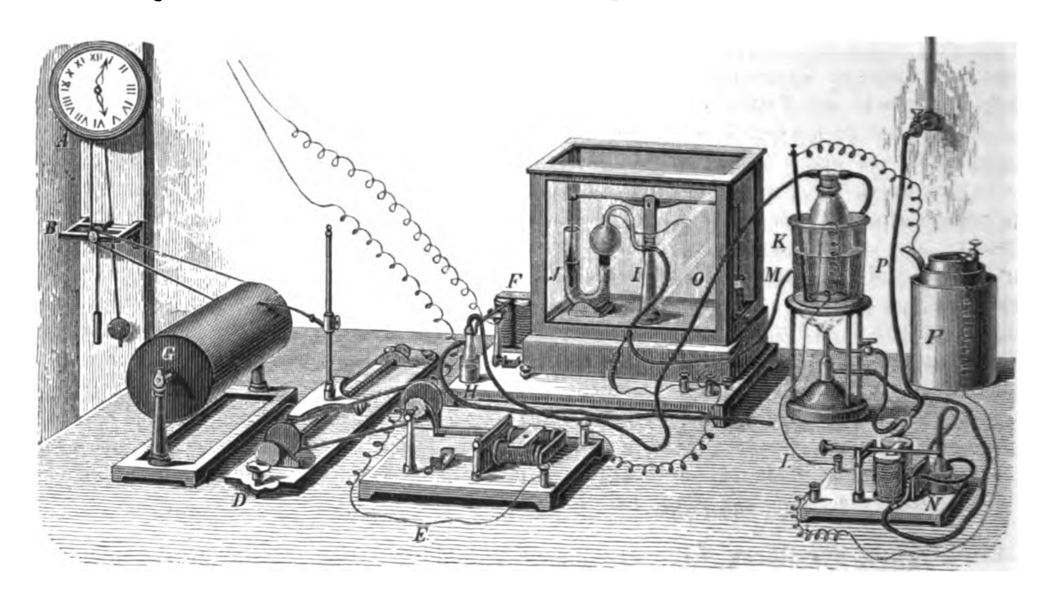
Registrirung der Absorption von Gasen.

*Von P. Regnard. Compt. Rend. **95.** S. 77.*

Der Apparat, welcher in Folgendem beschrieben werden soll, ist vom Verf. hauptsächlich zu dem Zwecke construirt worden, das Freiwerden der Kohlensäure bei Gährungs- und Fäulnissprocessen, sowie den Verbrauch an Sauerstoff im Athmungsprocess continuirlich zu untersuchen.



Um den Gang der Gasentwickelung bei Gährungsprocessen zu registriren, hat Verf. dem Apparat folgende Anordnung gegeben. Der Cylinder *G* (s. Fig.) wird in üblicher Weise von dem Uhrwerke *A* in Verbindung mit der Control-Vorrichtung *B* langsam und stetig um seine Axe gedreht; der Cylinder ist mit berusstem Papier beklebt, auf welchem ein Schreibstift die Curve zieht. In *K* befindet sich eine Flasche, in welcher der Gährungsprocess vor sich geht; diese Flasche wird durch das elektrische Thermometer *M*, den Regulator *N* und die Batterie *P* in constanter Temperatur erhalten. Die Flasche steht in Verbindung mit dem Wasser-Manometer *J* und einer kleinen in Quecksilber getauchten Glocke *H*. Wenn in Folge der Gährung Gase im Inneren der geschlossenen Flasche frei werden, so steigt der auf dem Wasser des Manometers



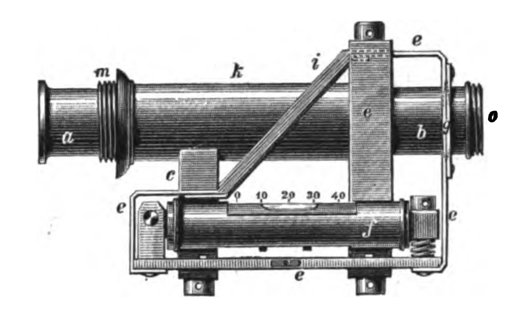
liegende Schwimmer und zieht den Waagebalken, an welchem er befestigt ist, in die Höhe; der andere Arm der Waage, welcher in einen feinen Platindraht endigt, sinkt und taucht in den mit Quecksilber gefüllten Napf *O*. Hierdurch wird ein elektrischer Strom geschlossen, welcher zu gleicher Zeit durch die Elektromagnete *E* und *F* geht. Der Elektromagnet *E* treibt in Folge dessen das vor ihm befindliche Zahnrad um einen Zahn weiter, dieses zieht die Schraube *D* etwas ein und letztere überträgt ihre Bewegung dem Schreibstift. Zu gleicher Zeit hat der Elektromagnet *F* die in Quecksilber eintauchende mit der Flasche in Verbindung stehende Glocke *H* gehoben. Diese wird hierdurch gleichsam entkorkt, das entwickelte Gas entweicht, der Ueberschuss an Druck wird aufgehoben, das Manometer fällt auf seine Anfangsstellung zurück, der Platindraht des Waagebalkens verlässt das Quecksilber und der Strom ist unterbrochen. Der Apparat ist also dann wieder in der Ruhelage, bis neues Gas sich entwickelt hat; der Mechanismus arbeitet dann in derselben Weise und der Schreibstift rückt um einen weiteren Betrag vor.

Zur Registrirung des Verbrauchs von Sauerstoff beim Athmungsprocess erleidet die eben beschriebene Form des Apparates eine leichte Modification. An Stelle der Flasche tritt eine Glasglocke, unter welche das zu untersuchende Thier gebracht wird; in derselben findet noch ein Gefäss mit einer stark concentrirten Lösung von Kali Platz. Die kleine Glocke *H* wird ferner noch mit einem Behälter in Verbindung gebracht, in welchem sich reiner Sauerstoff befindet. In dem Maasse, als das Thier Kohlensäure ausathmet, wird dieselbe in dem Kali aufgelöst; es entsteht eine Depression, der Schwimmer im Manometer sinkt, zieht den an ihm befestigten Platindraht mit hinab, letzterer taucht in den mit Quecksilber gefüllten Napf und der Strom wird geschlossen. Der Mechanismus arbeitet dann in derselben Weise, wie oben beschrieben; es tritt hier nur noch hinzu, dass beim Heben der Glocke *H* aus dem mit ihr verbundenen Reservoir so viel Sauerstoff in die grosse Glocke eintritt, um die Atmosphäre in derselben wieder normal zu machen.

Nautisches Instrument zur Anbringung an Reflexions-Instrumenten, um ohne Benutzung des Horizontes Höhenwinkel auf See zu messen. (Hydrostatoskop.)

Von F. H. Reitz in Hamburg. D. R. P. No. 17827 v. 21. Juni 1881. Kl. 42.

Das Instrument (Hydrostatoskop) dient in Verbindung mit einem Reflexions-Instrument zur Bestimmung der Höhenwinkel der Gestirne, wenn der Horizont nicht gut sichtbar ist, also bei Nebel und während der Nacht. Es wird mit dem Fernrohre *a b* (s. Fig.) durch Aufschiebung der Hülse *k* verbunden. Die Schraube *m* verbindet das Fernrohr mit dem Reflexions-Instrument. Die an der Hülse *k* befestigten Arme *c* tragen einen Rahmen *e e*. Auf diesem Rahmen ist die Röhrenlibelle *f* befestigt. Ueber dieser Libelle ist am Rahmen *e e* ein Spiegel *i* befestigt, in welchem man durch die Lupe *g* das Bild der Libelle *f* sieht.



Der Gebrauch des Instruments ist folgender: Das Fernrohr des Reflexions-Instruments wird mit einem Horizontalfaden in der Bild-Ebene versehen. Die Libelle *f* wird so corrigirt, dass, wenn die Luftblase in der Mitte der Theilung steht, die Visirlinse des Fernrohres horizontal ist. Man sieht nun mit einem Auge durch die Lupe *g* nach der Libelle, mit dem anderen gleichzeitig in das Fernrohr. Hierauf sucht man die Libelle annähernd in der Mitte der Theilung zu halten; dabei dreht man die Alhidade bis auch das Object (Sonnenrand, Mondrand, Stern) im Gesichtsfelde des Fernrohres, infolge einer gewissen optischen Täuschung, neben der Luftblase der Libelle erscheint. Sobald nun einmal das Gestirn den Horizontalfaden des Fadenkreuzes berührt, liest man gleichzeitig an einer Scale ab, wo sich in diesem Moment das eine Ende der Luftblase befand. Nach einer Tabelle wird dann hiernach dem am Nonius abgelesenen Höhenwinkel eine Correction hinzugefügt.

Neues Telephon.

Von Dolbear. Journ. of the Soc. of Telegr. Engin. and Electr. April 1882.

Dieses Telephon ist principiell von den bisher gebräuchlichen verschieden, indem die Wiedergabe der Töne nicht eine Folge von Variationen eines magnetischen Feldes ist, sondern unmittelbar durch freie statische Elektricität erfolgt. Für die Aufnahme der Töne dient der alte Reiss'sche Transmitter, bei welchem die an der vibrirenden Membran zur Unterbrechung eines Stromes oder, wie Prof. Dolbear nachweist, zur Veränderung desselben angebrachte Platinspitze durch Gaskohle ersetzt ist, und dem ausserdem noch eine Inductionsspirale hinzugefügt ist. Es ist dies also ein mikrophonischer Transmitter, wie er sonst schon bei Telephonsystemen vielfach angewendet wird. Als Receptor kann ein beliebiger Condensator dienen; der einfachste Epenus'sche giebt schon sehr befriedigende Resultate. Der für den praktischen Gebrauch hergestellte Receptor besteht aus zwei parallelen Metallplatten, die in einer Hülse von Hartgummi so einander parallel gegenübergestellt sind, dass der mittlere Theil der einen frei beweglich, die andere mit dem freien Ende der Leitung verbunden ist. Durch eine Schraube lässt sich die letztere Platte in die passendste Entfernung von der ersteren bringen. Die Leitung bildet das eine Ende des Umwicklungsdrahtes der secundären Rolle, das andere Ende ist zur Erde abgeleitet. Die schwingende Platte ist entweder durch den Körper des Hörenden zur Erde abgeleitet, indem dieselbe mit dem Handgriff leitend verbunden ist, oder sie ist auch isolirt. Bei Anwendung grösserer Condensatoren als Receptoren werden die Töne auch in einiger Entfernung noch deutlich gehört. Das Princip des Apparates beruht darauf, dass durch die Veränderung des Stromes infolge des wechselnden Druckes der an der Membran befindlichen Kohlenspitze auf den Contact auch die freie Elektricität in der inducirten Rolle geändert wird. Dasselbe ist auf der mit letzterer verbundenen Platte der Empfangsstation der Fall, und dadurch wird die dieser gegenüberstehende Platte in die entsprechenden Schwingungen versetzt. Die inducirende elektromotorische Kraft ist sehr bedeutend, da die primäre Rolle sehr viele Windungen enthält; andererseits sind fremde Inductionswirkungen auf die Leitung von ausserordentlich geringem Einfluss, wodurch die bei dem Bell'schen Telephon

so störenden Nebengeräusche vermieden werden. Dolbear glaubt, dass sein Telephon für weit grössere Entfernungen brauchbar sein werde, als dasjenige von Bell, da Widerstände im Sinne des Ohmschen Gesetzes nicht ins Spiel kommen. Versuche auf gewöhnlichen Telegraphenlinien bis auf eine Entfernung von 256 englischen Meilen haben bei klarem Wetter wie bei Regen die zufriedenstellendsten Resultate gegeben. Bei den Versuchen, welche Dolbear der Society of Telegr. Engin. and of Electr. vorführte, war nur ein Flaschenelement verwendet. *L.*

Ueber die Veränderungen der Intensität der Schwere.

Von Mascart. Compt. Rend. 95. S. 126.

Es ist schon oft darauf hingewiesen worden, dass man die Schwankungen der Intensität der Schwere an verschiedenen Orten der Erde mittels der Höhe einer Quecksilbersäule messen könne, welche ein und derselben Quantität Gas bei constanter Temperatur das Gleichgewicht hält. Verf. hat versucht, diese Methode experimentell zu erproben. Der hierzu verwandte Apparat bestand aus einer Art Heberbarometer, dessen kurzer Arm geschlossen war und eine bestimmte Quantität Gas enthielt. Um die Oxydation des Quecksilbers und den hieraus resultirenden Druckverlust zu vermeiden, wurde Kohlensäure verwandt; das Gas wurde bei einem Drucke in die Röhre eingeführt, welche genügte, um einer Quecksilbersäule von 1 m, bei vertical stehendem Cylinder, das Gleichgewicht zu halten. Der ganze Apparat wurde in einen metallischen mit Wasser gefüllten Cylinder gesetzt und das Wasser wurde mittels eingeblasener Luft in steter Bewegung erhalten; die Temperatur wurde an einem in 0,02° getheilten Thermometer abgelesen, welches die Temperatur bis auf 0,01° sicher gab. Um bei der Ablesung des Quecksilberniveaus Parallaxenfehler zu vermeiden, war ein in Zehntel-Millimeter getheilter Maassstab auf der Barometerröhre selbst befestigt; mittels Reflexion an einer vergoldeten Oberfläche wurde ein virtuelles Bild dieses Maassstabes in die Axe der Barometerröhre gebracht, so dass mit einem Mikroskope Quecksilberniveau und Maassstab zugleich gesehen werden konnten; bei geeigneter Beleuchtung konnte, wie Verf. angiebt, die Höhe der Quecksilbersäule bis auf 0,01 mm sicher bestimmt werden. Ob diese Vorkehrungen jedoch wirklich für eine so hohe Genauigkeit der Ablesungen genügen, ist nach den bekannten diesbezüglichen Erfahrungen wohl zweifelhaft.

Bei einer praktischen Erprobung des Apparates ergab sich zwischen zwei Orten, deren Höhenunterschied 150^{m} betrug, eine Differenz in der Höhe der Quecksilbersäule von 0,027 mm, während sie nach der Theorie zwischen 0,02 bis 0,03 mm betragen sollte, also eine genügende Uebereinstimmung. Es wäre indessen verfrüht, hieraus auf die Güte des Apparates einen endgültigen Schluss zu ziehen, zunächst müsste wohl eine grössere Versuchsreihe vorliegen. Ausserdem ist der Apparat in der gegenwärtigen Form nicht transportfähig; Verf. gesteht dies auch zu und wird seine Bemühungen darauf richten, diesen Uebelstand zu beseitigen.

Kleinere Notizen.

Neuerungen an den Vorrichtungen zum Füllen und Verschliessen galvanischer Elemente. Von Keiser und Schmidt in Berlin. D. R. P. 17207 v. 28. Juli 1881. Kl. 21.

Dieses Element unterscheidet sich von anderen ähnlichen Constructionen durch die Form der Zinkelektrode *C*, welche in ihrem unteren Theil von *b* bis *c*, soweit sie in die Erregungsflüssigkeit eintaucht, von plattenförmiger Gestalt ist, während ihr oberer Theil von *b* bis *a* einen hohlen Cylinder darstellt, welcher durch den Korkdeckel *D* und eine Kittschicht *E* hindurchgeht und zum Nachfüllen von Erregungsflüssigkeit dient. Auf diesen oberen Theil von *C* ist ein Ventil *G* geschraubt, zu dem Zwecke, die sich bildenden Gase entweichen zu lassen, und ausserdem noch die Ableitungsleiste mit Polklemme *F*. *B* ist die Kohlenelektrode und *A* das Elementengefäss.

Bestimmung der Biegung von Fernrohren für alle Stellungen des Instruments. Von J. M. Schaeberle. Am. Journ. of Science. 1882. Mai.

Bei der Bestimmung der Biegung grosser Fernrohre wird gewöhnlich das Maximum der Biegung mittels horizontaler Collimatoren bestimmt und dann angenommen, dass der Betrag sich mit dem Cosinus der Neigung des Tubus ändert. Verf. will die Biegung in allen Stellungen des

Fernrohres bestimmen; er bedient sich hierzu eines ebenen Spiegels, den er an das Objectiv befestigt und der also gewissermaassen als beständiger Collimator dienen soll. Wenn der Betrag der Biegung auf diese Weise für alle möglichen Stellungen des Tubus bestimmt ist, soll ein dünner Metallring, welcher genau dasselbe Gewicht, wie der Spiegel hat, an dem Objectivende befestigt werden.

Neuerungen an Zirkeln. Von Wallegg & Hirsch in Wien. D. R. P. 16681 (Zus. zu No. 13342) v. 11. Mai 81. Kl. 42.

Die Erfinder haben einen neuen Reductionszirkel construirt und ausserdem an ihrem im Hauptpatente beschriebenen Schraffirzirkel eine wichtige Veränderung angebracht. Der Reductionszirkel hat einmal zwei um 180° nach oben drehbare Spitzen und ferner auf jedem der beiden Zirkelarme eine mittels Schiebers verschiebbare, mit Hülfe einer Theilung nach Wunsch einstellbare Spitze. Die letzteren beiden Spitzen können sich um 90° drehen, sodass sie genau senkrecht zu den Zirkelarmen stehen. Von augenscheinlicherem Vortheil als diese Einrichtung, bei welcher die Unveränderlichkeit der gegenseitigen Lage der vier Spitzen nicht unzweifelhaft gesichert scheint, ist die Neuerung an dem Schraffirzirkel, bei welchem an Stelle der den Abstand der Zirkelschenkel fixirenden Schraube eine Zahnstange getreten ist. Der in die Zahnstange eingreifende Trieb ist mit einem gezahnten Stellrad versehen, dessen Stellung durch eine Sperrklinke mit Feder fixirt wird.

Bureauapparat zum Probiren von Manometern und Vacuummetern. Von C. D. Gäbler in Hamburg. D. R. P. 16835 v. 15. April 81. Kl. 42.

Auf den Enden eines zur Aufnahme des Druckwassers bestimmten Rohres sitzen zwei mit geeigneten Hähnen versehene Rohrstutzen, von denen einer zum Aufschrauben des zu prüfenden, der andere zum Aufschrauben des Control-Manometers bestimmt ist. In das Wasserrohr ist von der einen Seite concentrisch der fast ebenso lange und weite Druckcylinder eingeschraubt, dessen Kolben durch eine mittels Handrädchens drehbare Schraubenspindel in Bewegung gesetzt wird.

Apparat zur Erleichterung der mikroskopischen Untersuchung von Flüssigkeiten. Von W. Pinkernelle in Hamburg. D. R. P. 18071 v. 31. Mai 81. Kl. 42.

Um die zu untersuchende Flüssigkeit mit beliebiger Geschwindigkeit vor dem Gesichtsfelde des Mikroskopes vorüberfliessen zu lassen, bedient sich Verf. eines nach Art der bekannten Spritzflasche eingerichteten Saugegefässes, mittels dessen die Flüssigkeit aus einem Reservoir durch den aus zwei zusammengekitteten Glasplatten bestehenden, an den Enden mit Hähnen verschliessbaren Kanal bewegt wird, welcher als Objectträger dient. Das Gefäss trägt zu diesem Zweck eine auf das Luftrohr aufgesetzte Saugblase von Gummi; die Verbindungen vermitteln Gummischläuche.

Eine nicht-elektrische Glühlicht-Lampe. Von Regnard. The Nature. 1. Juni 1882. S. 108.

Als Lampe dient ein gewöhnlicher Bunsenbrenner, welcher oben in einem feinen, gazeartigen, rundlichen Netze von Platindraht endigt. Das Licht entsteht durch Glühen dieses Netzes in einer brennenden Mischung von Luft und Petroleumdampf (in mit Petroleum carburirter Luft) und soll von einer Stärke gleich der halben Intensität des Kalklichtes sein. Die Mischung wird wie gewöhnlich in einem neben dem Brenner aufgestellten und mit diesem durch einen Schlauch verbundenen, zum Theil mit Petroleum gefüllten Glasgefässe erzeugt, indem Luft mittels eines Blasebalges durch das Petroleum und von da in den Brenner getrieben wird. Mit Hülfe von Ventilatoren liesse sich nach dem Verf. leicht eine grössere Anzahl derartiger Lampen unterhalten.

Neues Sonometer. Von Le Conte Stevens. Amer. Journ. of Science. 1882. Juni. Nature 1882. Juli 27.

Der Resonanzboden des gewöhnlichen Sonometers wird durch eine doppelte Orgelpfeife von Kiefernholz ersetzt, welche auf den Ton C = 132 Schwingungen abgestimmt ist. Hierüber sind drei Stahlfäden gespannt, von denen der eine auf den Grundton abgestimmt ist, während die beiden anderen mittels eines Hebels und eines gleitenden Gewichts verschiedenen Spannungen ausgesetzt werden können. Der Ton einer der Pfeifen kann ferner um einen halben Ton erhöht oder erniedrigt werden, um Schwebungen hervorzurufen. Durch Veränderung des Winddruckes können ferner die natürlichen harmonischen Töne der Pfeifen erzeugt werden. — Der Apparat



hat den Zweck, die Töne der natürlichen Scala zugleich mit denen der temperirten hervorzubringen, um dieselben mit einander vergleichen zu können.

Herstellung von Glasgittern. Von H. A. Rowland in Baltimore. Observatory 1882. August.

In einer vorläufigen Notiz theilt H. A. Rowland in Baltimore mit, dass es ihm gelungen sei, den wichtigsten Theil einer Maschine zur Herstellung von Glasgittern, die Schraube, fast absolut vollkommen herzustellen; sein Verfahren zum Schneiden von Schrauben will er demnächst publiciren. Mittels seiner Schraube hat Verf. Glasgitter hergestellt, welche 43000 Linien auf einen engl. Zoll enthielten; die Maschine bedeckt Flächen von $6^1/_4$ Zoll Länge und $4^1/_4$ Zoll Breite mit einer beliebigen, nur durch die Abnutzung des Diamanten beschränkten Anzahl von Linien. Ein Schraubentheil entspricht 14438 Linien auf den Zoll. Die Linien sollen höchstens $^1/_{100000}$ Zoll von der Geraden abweichen. — Verf. verbreitet sich des Weiteren über den Vorzug von Glasgittern mit sphärischen Oberflächen, die er statt der gebräuchlichen ebenen Gitter eingeführt wissen will.

Für die Werkstatt.

Mechanisch gehärteter Stahl. Maschinenbauer 1882. Heft 17.

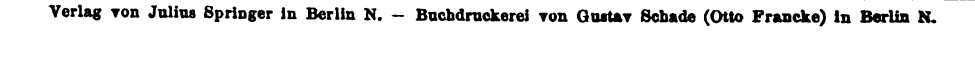
Der Pariser Akademie machte Dumas von einer Entdeckung Mittheilung, welche geeignet ist, namentlich auf metallurgischem Gebiete bedeutende Fortschritte herbeizuführen. Sie betrifft nämlich einen neuen Weg zur Umwandlung von Eisen in Stahl, beziehungsweise Ueberführung von gewöhnlichem Stahl in gehärteten. Nach dem gewöhnlichen Verfahren zu diesem Zweck wird auf chemischem Wege der Kohlenstoffgehalt erhöht; die Wirkung des höheren Kohlenstoffgehaltes ist jedoch noch immer nicht genügend erklärt, und man sprach von einer Transfusion des Kohlenstoffes im Eisen, da blosse chemische Vorgänge zur Erklärung der neuen mechanischen und physikalischen Eigenschaften gehärteten Eisens nicht ausreichen.

Die neue, von Clémendeau herrührende Methode führt die Umwandlung des Eisens in Stahl und die Härtung des letzteren auf mechanischem Wege herbei. Stahlstangen werden nämlich bis zur Kirschrothgluth erhitzt, in diesem Zustande in genau umschliessende feste Behälter gebracht und einem durch hydraulische Pressen hervorgebrachten sehr hohen Druck ausgesetzt, unter welchem auch ihre Abkühlung erfolgen muss. Nach dem Herausnehmen zeigen die Stangen einen bedeutenden Härtegrad und erweisen sich stark magnetisch, so dass sich ihre Verwendung als widerstandskräftige Magnete z. B. für Telephone empfiehlt, ausserdem lassen sich auch aus ihnen wegen der erlangten hohen Härte Schneidwerkzeuge der verschiedensten Art herstellen. Es handelt sich jedoch hier wohl kaum um Herbeiführung des gewöhnlichen Härtezustandes auf einem neuen Wege, sondern lediglich um eine starke Verdichtung der Oberfläche, welche naturgemäss von einer entsprechenden Härtung derselben begleitet ist. *B.*

Schnell verstellbarer Schraubstock. Maschinen-Constructeur 1882. Heft 11.

Von Thomson, New-York, ist neuerdings folgender patentirter leicht verstellbarer Schraubstock construirt worden, welcher namentlich bei Arbeitsstücken, die mehrmals umgespannt werden müssen, mit Vortheil zu verwenden ist, insofern als die Grobeinstellung durch eine einfache Sperrvorrichtung fixirt und nur die letzte Verschiebung der Backen gegeneinander durch Schraubenbewegung bewirkt wird.

Die wesentliche Einrichtung dieses Parallelschraubstockes ist folgende: Beide Klemmbacken werden durch zwei Cylinder parallel geführt, von denen der eine untere in der mit dem Werktisch festverbundenen Backe, der andere im beweglichen Stück gelagert und an seiner unteren Seite mit einer Zahnstange versehen ist, mit welcher von unten her und mit dem feststehenden Theil verbunden eine Sperrklinke durch Aufschlagen eines kleinen Hebels zum Eingriff gebracht werden kann. Dieselbe ist indessen gewöhnlich ausgelöst und gestattet die freie Bewegung der beweglichen Backe. Nachdem das Arbeitsstück durch diese Manipulation leicht erfasst ist, wird der Hebel aufgeschlagen und die Sperrklinke in feste Verbindung mit der Zahnstange des oberen Führungscylinders gebracht, worauf die letzte Festklemmung des Werkstückes in gewöhnlicher Weise durch die Drehung einer Schraube von starker Steigung (dreigängig) bewirkt wird. *B.*



Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Buchdruckerei von Gustav Schade (Otto Francke) in Berlin N.



Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Geschäftsführender Ausschuss der Herausgeber:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. **H. Landolt**, Vorsitzender. **R. Fuess**, Beisitzer. Reg.-Rath Dr. **L. Loewenherz**, Schriftführer.

Redacteur: Dr. Georg Schwirkus.

II. Jahrgang. **September 1882.** Neuntes Heft.

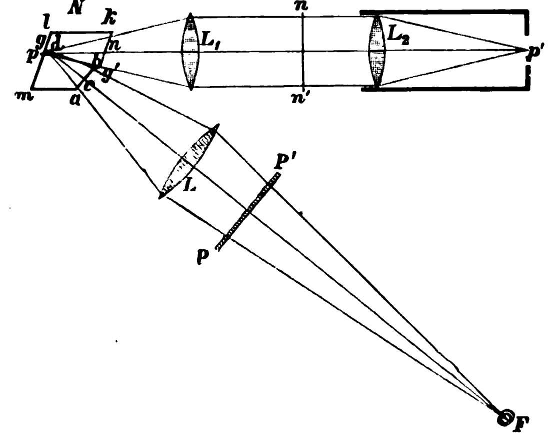
Vorschlag zur Construction eines Augenspiegels mit neuer Reflexions- und Polarisationsvorrichtung.

Von

Dr. **Fr. Fuchs**, Privatdocent für med. Physik in Bonn.

1. Die zu beschreibende Vorrichtung unterscheidet sich von den Apparaten ähnlicher Art dadurch, dass erstens der Hornhautreflex beseitigt wird und zwar durch einen einzigen Nicol, welcher zugleich die unbelegte Glastafel oder den belegten Spiegel vertritt, und dass zweitens die als Lupe dienende Linse so disponirt ist, dass sie zugleich die aus der Pupille des Beobachteten austretenden Strahlen in der Pupille des Beobachters vereinigt.

In der Axe $p\,p'$ folgen auf einander: 1) die Pupille p des Beobachteten, 2) ein Nicol N, bei welchem seitlich eine Fläche $a\,b$ angeschliffen ist, welche mit der Grenzfläche $g\,g'$ einen Winkel $a\,b\,g$ von 70° bildet, 3) die feststehende Sammellinse L_1, 4) die in dem Rohre R befestigte Sammellinse L_2, welche zusammen mit dem Rohre in der Richtung der Axe $p\,p'$ verschoben werden kann. Das Auge des Beobachteten befindet sich bei p, das des Beobachters bei p'. Die Pupille des ersteren liegt in der Brennebene der Linse L_1, die des letzteren in der Brennebene von L_2.



In der Nebenaxe $d\,F$, welche mit der Axe $p\,p'$ einen Winkel $p\,d\,F$ von 140° bildet, steht die Flamme F und die Beleuchtungslinse L.

2. Die Strahlen der Flamme F fallen nach dem Durchgange durch die Beleuchtungslinse L auf die angeschliffene Seitenfläche $a\,b$ des Nicols N. Beim Eintritte in den Kalkspath werden sie in zwei Strahlensysteme zerlegt; die ordinären Strahlen werden an der Grenzfläche $g\,g'$ total zum Auge des Beobachteten reflectirt; die extraordinären Strahlen gehen durch die Grenzfläche $g\,g'$ hindurch und werden schliesslich an der gegenüberstehenden geschwärzten Seitenfläche $l\,k$ absorbirt.

In das Auge des Beobachteten gelangen also nur die ordinären Strahlen. Das vom Augenhintergrunde zurückkommende Licht ist depolarisirt; beim Eintritt

in den Nicol wird dieses Licht ebenfalls in zwei Systeme zerlegt; die ordinären Strahlen werden an der Grenzfläche $g\,g'$ zur Flamme zurückreflectirt; die extraordinären Strahlen passiren die Grenzschicht und gelangen nach dem Durchgange durch die Linsen L_1 und L_2 zu dem Auge des Beobachters.

Das von der Hornhaut gespiegelte Licht behält die Polarisationsrichtung der ordinären Strahlen bei und tritt daher nur als ordinäres in den Nicol ein. An der Grenzschicht wird dieses Licht total zur Flamme reflectirt, wodurch der Hornhautreflex beseitigt ist.

3. Die Pupille des Beobachteten liegt in der Brennebene der Linse L_1, die des Beobachters in der Brennebene von L_2. Die Apertur von L_2 ist eben so gross wie die von L_1; die Brennweite der Linse L_2 ist gleich der Brennweite von L_1 oder kleiner als diese. Das von den Linsen L_1 und L_2 entworfene Bild der beobachteten Pupille ist demnach eben so gross oder kleiner wie die Pupille des Beobachters und fällt in jeder Lage der Linse L_2 mit ihr zusammen. Alle Strahlen also, welche, von der Pupille des Beobachteten ausgehend, den Nicol N durchsetzen, werden nach dem Durchgange durch die beiden Linsen in der Pupille des Beobachters vereinigt. Das Bild der zu beobachtenden Netzhaut liegt in der Nähe der zweiten Brennebene der Linse L_1, bei $n\,n'$. Dieses Bild wird mit der Linse L_2 als Lupe betrachtet. Durch eine kleine Verschiebung der Linse L_2 kann also das Bild $n\,n'$ der Netzhaut in den Accomodationsbereich eines jeden Beobachters gerückt werden, ohne dass deshalb die genaue Vereinigung der Strahlen in der Pupille des Beobachters verloren ginge[1]).

4. Die lineare Vergrösserung des Apparates ist angenähert gleich

$$\frac{p \cdot f_1}{k \cdot f_2},$$

worin p die bequeme deutliche Sehweite des Beobachters, k die Entfernung des Knotenpunktes von der Netzhaut des beobachteten Auges, f_1 und f_2 die Brennweiten der Linsen L_1 und L_2 bedeuten.

Ist $f = f_1$, so ist die lineare Vergrösserung gleich

$$\frac{p}{k},$$

also unabhängig von den Brennweiten der Linsen.

Setzen wir k, den Abstand der Netzhaut vom Knotenpunkte des Auges, gleich 15 mm, die bequeme deutliche Sehweite gleich 200 mm, so ist

$$\frac{p}{k} = \frac{200}{15} = 13^1/_3.$$

Die linearen Dimensionen der Netzhaut erscheinen also bei Construction des Apparates mit Linsen von gleicher Brennweite unter einem $13^1/_3$ mal grösseren Ge-

[1]) Wollte man das Netzhautbild mit blossem Auge oder mit Hülfe einer dicht vor das Auge gesetzten Lupe betrachten, so würde man, um alle Strahlen in das beobachtende Auge eintreten zu lassen, die Linse L_1 mindestens bis zum Abstande der doppelten Brennweite von dem beobachteten Auge entfernen und das beobachtende Auge alsdann an den Ort des Pupillenbildes bringen müssen. Dadurch würde aber der Durchmesser des Gesichtsfeldes mindestens auf die Hälfte des Werthes reducirt werden, welcher ihm bei der im Texte beschriebenen Anordnung zukommt.

sichtswinkel, als wenn die aus dem Auge herausgenommene Netzhaut direct aus einer Entfernung von 200 mm betrachtet würde.

5. Das Gesichtsfeld, d. h. das Stück der Netzhaut, welches man bei feststehender Gesichtslinie des beobachteten Auges übersehen kann, ist von der Apertur der Linse L_1 abhängig. Macht man, wie Helmholtz vorschreibt, den Durchmesser der Linse gleich der halben Brennweite derselben, so ist der Durchmesser des kreisförmigen Netzhautstückes, dessen Bild bei $n n'$ erscheint, gleich $7^1/_2$ mm[1]). Durch den Nicol wird das Gesichtsfeld nicht vermindert.

6. Die Linse L_2 ist, wie erwähnt, in der Richtung der Axe $p p'$ verschiebbar, so dass sie der Linse L_1 bis auf einen geringen Abstand genähert und bis zu einem der Summe der Brennweiten gleichen Abstande von ihr entfernt werden kann. Wählt man also beispielsweise Linsen von 2 Zoll Brennweite, so ist die grösste Entfernung der Linsen von einander gleich 4 Zoll.

7. Die Flamme F und die Beleuchtungslinse L werden so disponirt, dass das Bild der Flamme auf die Pupille des Beobachteten fällt. Dieser sieht alsdann das Bild der Linse als ein gleichmässig helles Feld, welches die direct gesehene Linse L_1 deckt.

8. Die auf die Pupille fallende Lichtmenge ist abhängig von der Apertur der Beleuchtungslinse L, von ihrer Brennweite und von der Entfernung der Flamme F. Aber die Intensität der Netzhautbeleuchtung, d. h. die Lichtmenge, welche auf die Flächeneinheit der Netzhaut kommt, ist von den genannten Umständen unabhängig. Wird z. B. die Fläche der Beleuchtungslinse L verdoppelt, so fällt allerdings cet. par. die doppelte Lichtmenge auf die Pupille; diese verbreitet sich aber auf der Netzhaut auf den doppelten Flächenraum, so dass die auf die Flächeneinheit kommende Lichtmenge ungeändert bleibt.

9. Die Intensität der Netzhautbeleuchtung ist nur von zwei Bedingungen abhängig; sie ist proportional erstens der Pupillengrösse des beobachteten Auges und zweitens der objectiven Helligkeit der Flamme, d. h. derjenigen Lichtmenge, welche die Flächeneinheit der Flamme in der Zeiteinheit ausgiebt. Die Grösse der Flamme hat nur insofern einen Einfluss, als die objective Helligkeit der Flamme mit der Grösse derselben wächst.

Die objective Helligkeit einer Flamme lässt sich dadurch steigern, dass man die Flamme in den Mittelpunkt eines Kugelspiegels setzt, welcher die einfallenden Strahlen nach der Beleuchtungslinse zurückreflectirt.

10. Die Brennweite und die Apertur der Beleuchtungslinse sind so zu wählen, dass einem jeden auf die Pupille fallenden Strahle ein rückwärts gehender Strahl entspricht, welcher zu der Linse L_1 und von da zu dem Auge des Beobachters gelangt. Dieser Forderung ist genügt, wenn das von p aus gesehene Bild der Beleuchtungslinse L die direct gesehene Linse L_1 deckt. Ist die Deckung eine unvollständige, so verkleinert sich dadurch das Gesichtsfeld; greift umgekehrt das Bild der Linse L über die Grenze der Linse L_1 hinüber, so wird die Netzhaut des Beobachteten durch Licht gereizt, welches nicht zum Auge des Beobachters gelangt und die Pupille des Beobachteten in zweckloser Weise reflectorisch verengt.

Ist der Durchmesser der Linse L_1 ihrer halben Brennweite gleich, so wird das

---

[1]) Vgl. Helmholtz, Handbuch der physiologischen Optik. Leipzig, 1867. S. 179.

Bild von L die Linse L_1 eben decken, wenn der Durchmesser der Linse L gleich ist der Hälfte ihrer nach der Länge des mittleren Strahles geschätzten Entfernung von p. Diese letztere Entfernung ist aber immer leicht zu bemessen, wenn man berücksichtigt, dass bei dem $n$fachen Abstande der Flamme der Abstand ihres Bildes von der Linse das $\frac{n}{n-1}$fache der Brennweite ist. Richtige Verhältnisse sind beispielsweise die folgenden:

Durchmesser der Linse L_1	1 Zoll
Brennweite der Linse L_1 und Abstand derselben von p .	2 „
Durchmesser der Linse L.	$^5/_4$ „
Brennweite von L	2 „
Entfernung der Linse L von p	$2^1/_2$ „
Abstand der Flamme von L	10 „

11. Die Einrichtung des Nicols ist aus der Figur ersichtlich. Die Schnitte lm und kg' sind den Endflächen des Nicols parallel geführt. Die angeschliffene Fläche ab bildet, wie angeführt, mit der Grenzfläche gg' einen Winkel von 70°. Bei dieser Neigung der Flächen fallen die nach p zu reflectirenden Strahlen nahezu senkrecht auf ab auf, so dass an dieser Stelle nur ein geringer Lichtverlust durch Spiegelung stattfindet.

Die Fläche ab werde so gross gemacht, dass sich die ganze Linsenfläche L von p aus übersehen lässt; man muss daher in die Fläche ab einen Kreis legen können, dessen Durchmesser halb so gross ist wie die Länge der Strecke cdp. Entsprechend ist kg' mehr als halb so gross wie pn. gg' bildet mit pp' einen Winkel von 20°. Die Länge gg' ist mehr als 2,8 mal so gross wie die Strecke pd.

Ist der Durchmesser der Linse L_1, wie angenommen, ihrer halben Brennweite gleich, so bilden die beiden von p ausgehenden Randstrahlen einen Winkel von 28° miteinander. Dieser Winkel ist nicht grösser als das wirksame Gesichtsfeld des Nicol. Die von Helmholtz gegebene Regel, dass man den Durchmesser der Linse der halben Brennweite gleichmache, kann also auch bei Gegenwart des Nicol beibehalten werden.

12. Man kann beim Augenspiegel leicht eine Vorrichtung anbringen, mittels deren sich das Auge des Beobachteten so dirigiren lässt, dass die verschiedenen Theile der Netzhaut nacheinander zur Beobachtung kommen. Man schalte behufs dessen zwischen die Flamme F und die Linse L eine durchsichtige, mit dunkelen Zahlen oder anderen Merkzeichen versehene Glasplatte PP' ein. Der Beobachtete betrachtet diese Platte durch die Beleuchtungslinse L als Lupe. Man entfernt die Platte so weit von der Linse, dass die Zahlen deutlich gesehen werden. Durch Aufforderung, die eine oder andere Zahl anzublicken, kann man dann die Gesichtslinie des Beobachteten in jede gewünschte Stellung überführen.

Das Blickfeld ist in diesem Falle nicht grösser als die Fläche der Linse L_1. Man kann dasselbe aber auch leicht ohne überflüssige Reizung der Netzhaut vergrössern. Man wähle statt einer Beleuchtungslinse von $^5/_4$ Zoll Apertur und 2 Zoll Brennweite zwei derartige Linsen, eine jede von 2 Zoll Brennweite und $2^1/_2$ Zoll Durchmesser. Der Abstand der Linsen betrage 3 Zoll. Die Flamme kommt in die Brennebene der einen, die Pupille in die der anderen Linse. Die mit den erwähnten

Merkzeichen versehene Glastafel wird verschiebbar in dem Raume zwischen den beiden Linsen angebracht. Der mittlere Theil der Glastafel ist durchsichtig, die Seitentheile sind matt geschliffen. Der Beobachtete sieht alsdann das die Linse L_1 deckende flammende Feld von einem schwächer erhellten Ringe umgeben, in welchem die Merkzeichen ebensowohl wahrnehmbar sind wie in dem mittleren flammenden Felde. Diese Einrichtung gewährt ausser dem erwähnten noch den weiteren Vortheil, dass sich aus der Lage der Platte die Accomodationseinstellung des Auges erkennen lässt.

13. Zum Zwecke verschiedener physiologischer Beobachtungen ist es dienlich, dass man auch noch in dem Raume zwischen den Linsen L_1 und L_2 eine durchsichtige Glasplatte anbringt, welche mit sehr schwach beleuchteten oder phosphorescirenden horizontalen und verticalen Linien durchzogen ist. Stellt man die Platte so ein, dass die Linien zugleich mit der Netzhaut deutlich gesehen werden, so erblickt man die letztere wie in einem Coordinatensysteme. Diese Einrichtung würde z. B. im Vereine mit der vorhin beschriebenen zur Demonstration der Raddrehungen des Auges verwendet werden können.

14. Durch die folgende Beobachtung bin ich zu der im ersten Paragraphen geschilderten Construction geleitet worden. Mit Hülfe einiger Linsen und einer unbelegten Glasplatte hatte ich mir einen Augenspiegel hergestellt. Die Glasplatte stand an der Stelle, wo sich in der Figur der Nicol befindet. Bei der Einstellung des Apparates benutzte ich gewöhnlich ein künstliches Auge, ein mit einer Linse versehener, ausziehbarer Tubus, in dessen Grunde zur Vertretung der Netzhaut eine Druckschrift angebracht war. Wenn ich nun den Tubus etwas schief vor p hielt, so war die Schrift von p' aus deutlich zu sehen. Bei gerader Haltung wurde sie aber durch den Reflex der in dem Tubus befindlichen Linse unerkennbar. Ich suchte diesen Reflex nun dadurch zu beseitigen, dass ich zwischen der Flamme F und der Beleuchtungslinse L einen ersten, zwischen der Linse L_2 und der Oeffnung p' einen zweiten Nicol anbrachte. Zu meiner Verwunderung zeigte sich aber, dass der lichte Kreis des Reflexes noch vorhanden und mit einem scharf gezeichneten schwarzen Polarisationskreuze durchzogen war.

Bei näherer Untersuchung ergab sich, dass die Beleuchtungslinse L, eine gewöhnliche Glaslinse, von 27 cm Brennweite und 9 cm Apertur, in der Weise einer senkrecht zur Axe geschnittenen Kalkspathplatte doppelbrechend war. Ich stellte die Flamme etwa in dem Abstande der $1^1/_2$fachen Brennweite von der Linse aut und brachte das Auge an den Ort des Flammenbildes; zwischen der Flamme und der Linse befand sich ein erster, zwischen der Linse und dem Auge ein zweiter Nicol. Bei gekreuzter Stellung des Nicol zeigte sich das gleichmässig helle Feld der Linse von dem Polarisationskreuze durchzogen; bei paralleler Lage traten an der Stelle der vorhin lichten Theile vier dunkle Punkte auf.

Die Glaslinse verhielt sich also der Krystallinse des Auges analog, welche zwischen gekreuzten Nicols ebenfalls ein Polarisationskreuz zeigt[1]).

Ich polarisirte jetzt, um den Reflex des künstlichen Auges zu beseitigen, das einfallende Licht nach dem Durchgange durch die Beleuchtungslinse, nämlich dadurch, dass ich das von der Linse herkommende Licht unter dem Polarisations-

[1]) Vgl. Helmholtz, Handb. der phys. Opt., S. 23.

winkel auf die Glasplatte des Augenspiegels auffallen liess. Das Polarisationskreuz war allerdings verschwunden; gleichwohl aber war auch unter diesen Umständen noch ein Rest des Reflexes vorhanden, woraus sich entnehmen liess, dass auch die Linsen L_1 und L_2 das Licht theilweise depolarisirten.

Wollte man also den Reflex unter Anwendung zweier Nicols beseitigen, so müsste man den ersten derselben zwischen der Beleuchtungslinse L und der Glasplatte, den zweiten zwischen der Glasplatte und der Linse L_1 aufstellen, wobei sich jedoch das Gesichtsfeld im Allgemeinen wegen des zu geringen Querschnittes der Nicol'schen Prismen verkleinern würde. Ohne Beeinträchtigung des Gesichtsfeldes wird dieses durch die beschriebene Anordnung erreicht, welche zugleich den Vortheil darbietet, dass von der Grenzfläche $g\,g'$ ungefähr ebensoviel Licht reflectirt wird wie von einem belegten Metallspiegel, und dass von den rückwärts aus dem Auge austretenden Strahlen ein beträchtlich grösserer Bruchtheil zu dem Auge des Beobachters gelangt.

15. Auch noch in verschiedenen anderen Weisen würden sich die Eigenschaften der doppelbrechenden Körper bei der Construction der Augenspiegel verwenden lassen. Das Licht der Flamme falle z. B. nach dem Durchgange durch eine Linse auf ein Kalkspathprisma, welches zwei räumlich getrennte Bilder der Flamme entwirft. Man bringe nun an die Stelle des einen, z. B. des ordinären Bildes, die Pupille des zu Beobachtenden. Die rückwärts aus dem Auge tretenden Strahlen werden dann beim Eintritte in das Prisma in zwei Systeme zerlegt. Das System der ordinären Strahlen wird der Flamme zugelenkt; die extraordinären Strahlen aber treten in anderer Richtung aus dem Prisma aus und können von dem Auge des Beobachters aufgefangen werden. Der Hornhautreflex ist auch in diesem Falle beseitigt.

Ueber Waagen, Wägungen und Gewichte.

Von

Dr. **G. Schwirkus**, techn. Hülfsarbeiter der Kaiserlichen Normal-Aichungs-Commission in Berlin.

III. Ueber die durch Porosität verursachte Veränderlichkeit von Gewichtsstücken.

In gewissem Grade muss jedes Gewichtsstück, gleichviel aus welchem Material es besteht, als veränderlich angesehen werden, nämlich aus rein mechanischen Ursachen. Mit der Handhabung und Reinigung der Gewichte sind geringe Verletzungen der Oberfläche unvermeidlich verbunden; selbst die aus Bergkrystall oder anderen Mineralien von derselben Härte hergestellten Gewichtsstücke werden davon nicht absolut frei bleiben. Mit der Zeit lagern sich Staub und organische Substanz aus der Luft auf der Oberfläche ab, welche durch Reinigung immer nur auf kurze Zeit, bei den kleinsten, in der Regel aus dünnem Blech ausgeschnittenen Gewichten sogar nur unvollkommen oder gar nicht entfernt werden können. An schwer zugänglichen oder wenig in die Augen fallenden Stellen finden umfangreichere Ansammlungen von Staub und Schmutz statt, z. B. in vertieften Aufschriften, bei kleineren Gewichten unter 1 g auch in den zum Anfassen aufgebogenen Ecken u. dergl. Bei den letzteren bilden die genannten mechanischen Ursachen gegenwärtig, wo man die

kleinen Gewichte bis zum Milligramm herab fast nur noch aus Platinblech herstellt, sogar fast die einzigen Quellen der Veränderlichkeit, welchen sie freilich dafür auch stärker ausgesetzt sind, als grössere Gewichte, welche compacte Körper von regelmässiger verlaufender und relativ kleinerer Oberfläche bilden; namentlich treten Substanzverluste in Folge von Knicken und Brüchen häufig auf.

Auf diese rein mechanischen, bei der nöthigen Vorsicht glücklicherweise wenig wirksamen Ursachen der Veränderlichkeit von Gewichtsstücken soll hier nicht näher eingegangen werden, ebensowenig auf die gewöhnliche und natürliche Oxydation der Oberfläche von Gewichtsstücken aus nicht luftbeständigem Metall, mit welcher eine Gewichtszunahme verbunden ist und gegen welche man sich durch edelmetallische Ueberzüge mit Erfolg zu schützen pflegt. Vielmehr soll ausschliesslich die durch Porosität verursachte Veränderlichkeit gegossener oder aus gegossenem und dann durch Druck bearbeitetem Material hergestellter Gewichtsstücke behandelt und im Anschluss hieran von einigen diesbezüglichen Erfahrungen und Versuchen, welche die Kaiserliche Normal-Aichungs-Commission in jüngster Zeit gemacht hat, Mittheilung gemacht werden, zumal durch die letzteren ein Weg gefunden zu sein scheint, wie dem zum Theil recht argen Zustande auf diesem Gebiete ein Ende gemacht werden kann.

Die allermeisten feineren Gewichte, also gerade diejenigen, an deren Unveränderlichkeit der Besitzer immer ein grösseres oder geringeres Interesse hat, werden bis zum Gramm abwärts aus Messing und ähnlichen kupferhaltigen Legirungen oder, um uns eines für diese Gruppe üblichen Collectivnamens zu bedienen, aus Gelbguss hergestellt und entweder direct gegossen oder aus gegossenen und später ausgewalzten Platten oder Drähten herausgearbeitet. Nur bei den Aichungs- und einigen wenigen anderen Behörden und Instituten sind aus bestimmten Gründen auch feinere Gewichte von Gusseisen in Gebrauch, von deren Veränderlichkeit in Folge von Porosität jedoch dasselbe, nur in noch höherem Maasse, gilt wie von den Gelbgussgewichten und die deshalb gleich mit in den Rahmen der Besprechung gezogen werden können. Dass diese Materialien anderen, nach der fraglichen Richtung hin zuverlässigeren, wie Platin, Bergkrystall, hartes Glas u. dergl. noch immer vorgezogen werden, hat seinen Grund keineswegs nur in der grossen Preisdifferenz zu Gunsten der ersteren, sondern es liegt zum grossen Theile auch daran, dass die im Handel und öffentlichen Verkehr üblichen und zulässigen Gewichtsstücke ausschliesslich aus Gelbguss oder Gusseisen bestehen. Denn da die Prüfung dieser Gewichtsstücke auf ihre Richtigkeit, bezw. die Prüfung und Justirung der zur Controle dienenden Normalgewichte in ihren verschiedenen Abstufungen sich am einfachsten gestaltet, wenn überall annähernd dasselbe Volumen in Rechnung zu ziehen ist, wenn sich also die zur Reduction auf den leeren Raum anzustellenden Beobachtungen und Rechnungen möglichst einfach gestalten oder unter Umständen ganz vernachlässigt werden können, so werden die im Gebrauche der Normal-Aichungs-Commission, der Aufsichtsbehörden und der Aichämter befindlichen feineren Normalgewichte bis einschliesslich eines Theiles der Copien des Urgewichtes gleichfalls von Gelbguss und einige geringere von Gusseisen gewählt. Dies aber hat wieder zur Folge, dass die Fabrikanten feinerer Gewichte, welche in der Regel zugleich Lieferanten für die Aufsichtsbehörden sind, an die Verarbeitung derselben Materialien besonders gewöhnt und darin vorzugsweise geschult sind. Auch die Prüfungs- und



Justirungsarbeiten der Fabrikanten, die in letzter Linie ja gleichfalls auf den Normalen der Aufsichtsbehörden basiren, sind am einfachsten und sichersten, wenn das Material dasselbe ist.

Fast alle Metallkörper nun, welche durch Giessen in Formen hergestellt sind, zeigen die Eigenthümlichkeit, dass sie Poren, capillare Kanäle, ja selbst grössere Hohlräume enthalten, welche durch mehr oder weniger feine Oeffnungen, die äusserlich sichtbaren Poren, mit der äusseren Luft communiciren. Dieselben haben ihren Ursprung von in dem flüssigen Metall aufgelöst (magmatisch absorbirt) gewesenen, beim Erkalten aber frei gewordenen Gasen. Zwischen den gelbgussartigen Legirungen und dem Gusseisen scheint hierbei der grundsätzliche Unterschied obzuwalten, dass die Poren der ersteren aus einzelnen ins Innere führenden Canälen bestehen, während das Gusseisen eine durch und durch von sehr feinen krausen Poren erfüllte, also lockere schwammartige Masse bildet. Vielleicht liegt dies daran, dass die kupferhaltigen Legirungen dünnflüssig genug sind, um den freiwerdenden Gasbläschen das Zusammentreten zu grösseren Blasen zu gestatten, und dass das Freiwerden allmäliger erfolgt und schon ein wenig vor dem Erstarrungspunkte beginnt, während das flüssige Gusseisen zäher ist und die absorbirten Gase erst während des Erstarrens oder ganz kurz vorher, dann aber schneller, frei giebt. Von den sogenannten Gusslöchern, welche wohl meistens erst durch Gasentwickelungen in Folge Anbrennens der Form entstehen, kann hier abgesehen werden, da man die damit behafteten Gussstücke wohl niemals mehr zu feineren Gewichten verarbeitet.

Die bei porösen Gewichtsstücken so häufig beobachtete allmälige Gewichtszunahme ist nun eine Folge fortschreitender Oxydation der inneren Wandflächen der Poren. Die Porenwände scheinen zur Oxydation noch stärker geneigt zu sein, als die äussere Fläche des Stückes; die letztere hat in Folge ihrer mehr oder weniger sorgfältigen Bearbeitung einen glatten und regelmässigen Verlauf, welcher, wie bekannt, einen guten Schutz gegen Oxydationen darbietet; auch können sie vergoldet oder mit einem anderen schützenden Ueberzuge versehen werden, während die Porenwände roh bleiben und schon in dem noch in der Erkaltung begriffenen Stücke in Folge der directen Berührung mit heissen Gasen anlaufen. Der Umfang, in welchem aus diesem Grunde Gewichtsveränderungen stattfinden, ist noch lange nicht bekannt genug; in der Regel sind die Besitzer feiner Gewichte von deren unverändertem Gewichtswerthe überzeugt, so lange nur das blanke und schöne Aussehen derselben erhalten bleibt. Der empfindlichste Uebelstand dabei ist der, dass es bisher keinen zuverlässigen Schutz gegen die Folgen der Porosität gab. Mechanische Bearbeitung wie Hämmern, Ziehen u. dergl. ist nur bei einem Theil der fraglichen Materialien anwendbar und dann meist wirkungslos, da die Hohlräume dadurch wohl zusammengedrückt und ausgestreckt, aber nicht beseitigt werden. Ebenso bietet es nur eine geringe Sicherheit, dass der Fabrikant die Oberfläche der Gussstücke vor der Bearbeitung sorgfältig absucht und die mit sichtbaren Poren behafteten ausschliesst, denn es sind schon Gewichtszunahmen an Stücken constatirt worden, wo selbst eine mikroskopische Absuchung der Oberfläche nichts von Poren erkennen liess. Die übliche Vergoldung oder ein anderweitiger Ueberzug von luftbeständigem Metall gewährt gewöhnlich keinen Schutz, da die Dicke der Deckschicht in der Regel eine viel zu geringe ist, um selbst mikroskopische Poren zu verschliessen. Ja oft wird durch

galvanische Vergoldung die Gefahr noch wesentlich erhöht, und zwar geschieht dies dadurch, dass Vergoldungsflüssigkeit in den Poren zurückbleibt und dort allmälig unter Sauerstoffaufnahme neue, schwerere Stoffe bildet. In diesem Falle ist auch äusserlich eine Veränderung an dem Stücke bemerkbar; es schwitzt nämlich aus den Poren, die oft dadurch erst sichtbar werden, eine weissliche Masse, wahrscheinlich aus Cyandoppelsalzen bestehend, heraus, welche kleine kreis- oder ringförmige Flecke um die Porenöffnung bildet.

In allen diesen Vorgängen tritt erst nach mehreren Jahren ein verhältnissmässiger Ruhezustand ein, indem alsdann die bis dahin entstandene Oxyddecke die Wandungen in der Hauptsache vor weiterer Oxydation bewahrt.

Mit dem Vorhandensein von Poren und Hohlräumen ist noch ein anderer Uebelstand verbunden, nämlich der, dass die damit behafteten Gewichte ein anderes Volumen bezw. specifisches Gewicht haben, als die übliche Methode zu deren Bestimmung, die Wasserwägung, ergiebt. Das Wasser füllt diese Hohlräume nicht an und so wird ein um den Inhalt der Hohlräume zu grosses Volumen — wir wollen es Bruttovolumen nennen — bestimmt, während das für den aerostatischen Auftrieb bezw. die Reduction auf den leeren Raum maassgebende Volumen — das Nettovolumen — alle Poren und Hohlräume, durch welche sich der äussere Luftdruck ungehindert fortpflanzen kann, nicht enthalten darf. Die Folge davon ist, dass der wirkliche Fehler eines Gewichtsstückes im leeren Raume häufig ein anderer ist, als der durch Wägung in der Luft und im Wasser und rechnungsmässige Reduction auf den leeren Raum gefundene. Ein Beispiel bietet hierfür eines der älteren im Besitze der Normal-Aichungs-Commission befindlichen Platin-Kilogramme. Dasselbe stammt aus einer Zeit, wo man Platin in so grossen Quantitäten noch nicht giessen konnte; es ist daher durch Zusammenhämmern von Platinschwamm in der Schweisshitze erzeugt. Hierbei hat der Verdichtungsprocess anscheinend nicht weit genug getrieben werden können, wiewohl die Oberfläche des Stückes selbst bei mikroskopischer Untersuchung ein rein metallisches, compactes Aussehen zeigt. Denn bei einer seitens der Kaiserl. Normal-Aichungs-Commission vorgenommenen Reihe von Vergleichungen dieses Kilogrammes mit einem anderen, unbedenklich als ganz dicht anzusehenden Platinkilogramm auf der Bunge'schen Vacuumwaage[1]) ergab sich, dass sein Nettovolumen um 2,2 ccm kleiner sein müsse, als nach dem Ergebnisse der Wasserwägungen angenommen wurde, dass sich also der wahre Gewichtswerth dieses Stückes im luftleeren Raume um — 2,6 mg von dem bisher angenommenen unterscheidet[2]). Dies hat jedoch etwa keineswegs die Bedeutung, dass nun die von diesem Kilogramme abgeleiteten Gewichtsstücke um 2,6 mg falsch justirt oder beglaubigt seien, denn die für das Volumen eines Gewichtsstückes angenommene Zahl liefert, wie eine einfache Betrachtung lehrt, auch wenn sie von dem wahren Volumen um einen kleinen Betrag abweicht, bei dem Gebrauche des Gewichtsstückes zur Ermittelung anderer Gewichtsgrössen dennoch sehr nahezu richtige Ergebnisse, wenn sie nur immer in der nämlichen Grösse wieder in Rechnung gezogen wird. Der kleine Fehler, der unter Umständen begangen wird, rührt von

---

[1]) S. deren Beschreibung im „Bericht über die wissenschaftlichen Apparate auf der Londoner Ausstellung, 1876“ S. 223.

[2]) Die Details dieser Untersuchung sollen demnächst an anderer Stelle publicirt werden.

den Schwankungen des Luftgewichtes her, indem der Fehler des Volumens mit dem verhältnissmässig sehr geringen Betrage der Schwankung in das Ergebniss eingeht. Die Beziehung der von diesem Kilogramm abgeleiteten Gewichtsstücke zu demjenigen der Archive in Paris bleibt von der erwähnten Entdeckung also unberührt.

Die Normal-Aichungs-Commission hatte unter dem Uebelstande, dass sich Gewichtsstücke, auf deren genaue Bestimmung oft eine grosse Sorgfalt und Arbeit verwendet war, nach kurzer Zeit, manchmal schon nach wenigen Monaten, in einem die zulässige Unsicherheit derartiger Gewichtsbestimmungen weit überschreitendem Maasse veränderten, ganz besonders zu leiden und hat der Frage nicht nur im eigenen Interesse, sondern auch in demjenigen der gesammten exacten Forschung, soweit sie zuverlässiger Gewichtsbestimmungen bedarf, seit Jahren die grösste Aufmerksamkeit erwiesen. Welche Dimensionen die Veränderung gegossener in ihrem Besitze befindlicher Gewichtsstücke zuweilen annahm, obwohl die letzteren aus den ersten Werkstätten bezogen waren, mögen folgende Mittheilungen ersichtlich machen.

Schon seit längerer Zeit waren an einzelnen Stücken des älteren Gewichtsmaterials der Commission, soweit dasselbe aus Messing oder verwandten Legirungen besteht, in solchem Betrage constatirt worden, dass sie unzweifelhaft als Folge von Porosität anzusehen waren. In einzelnen Fällen, namentlich bei einigen vergoldeten Kilogrammen, erreichte die Gewichtszunahme den Betrag von mehreren Milligrammen; immerhin aber hielt sie sich innerhalb solcher Grenzen, dass es möglich war, sie durch sorgfältige periodische Prüfungen zu controliren und unschädlich zu machen. Es war dies hauptsächlich dem ansehnlichen Alter zuzuschreiben, welches die Stücke schon damals erreicht hatten, denn ihre Qualität steht hinter denjenigen der neueren Erzeugnisse naturgemäss erheblich zurück. Einzelne der Stücke weisen gegenwärtig sogar kleine Rost- und Grünspanflecke auf, welche absichtlich unberührt gelassen werden; nichtsdestoweniger zeigen die Stücke eine befriedigende Constanz.

Gewichtsveränderungen von einem alles erträgliche Maass überschreitenden Betrage wurden erst beobachtet, als es nothwendig geworden war, das bis dahin ausreichende ältere Gewichtsmaterial der Commission durch Neuanschaffungen zu completiren, und dies geschah, trotzdem die neuen Gewichtsstücke von den besten existirenden Firmen bezogen und von vorzüglichster Beschaffenheit waren. So nahmen z. B. sämmtliche Stücke eines von einer hiesigen Firma in feinster Ausführung gelieferten, vor der Vergoldung justirten und polirten broncenen Gewichtssatzes von 20 bis 1 kg, dessen schönes, hochglänzendes Aussehen, abgesehen von einigen fast unmerklichen weissen Flecken, die ganze Zeit über erhalten blieb, im Laufe von kaum zwei Jahren mehr oder weniger zu, darunter das 5 kg-Stück um über 200 mg! Allerdings bewiesen die kleinen Flecken, welche auf die oben erwähnte Weise durch zurückgebliebene Vergoldungsflüssigkeit verursacht waren, das Vorhandensein einzelner Poren, allein das 5 kg-Stück zeigte sie in demselben geringen Grade wie die anderen Stücke, sodass der Hauptantheil der in dieser Stärke bisher nicht beobachteten Gewichtsveränderungen, welche den Satz natürlich bis auf Weiteres unbrauchbar machten, auf Vorgänge im Inneren zurückzuführen sind. Andere Stücke hielten sich wieder ganz befriedigend, namentlich einige vergoldete Messingkilogramme desselben Fabrikanten; ja ein unvergoldetes, allerdings gut polirtes Messingkilogramm, von welchem weiter unten noch die Rede sein soll, hielt sich sogar wärend zweier



Jahre ganz constant. Es scheint hiernach und nach älteren, mehrfachen, hier nicht mitgetheilten Erfahrungen fast, als ob Bronce ein viel schlechteres Material zu Gewichtsstücken sei als Messing, obwohl gerade ihr besseres Aussehen den Fabrikanten veranlasst hatte, sie zu wählen; jedenfalls aber wurde ersichtlich, dass merklich poröse Gewichtsstücke durch die Vergoldung eher verschlechtert als verbessert werden und zwar in Folge des mehrerwähnten Verhaltens der Vergoldungsflüssigkeit. Uebrigens verdient erwähnt zu werden, dass unter den Stücken vorzüglichster Constanz sich auch ein aus derselben Werkstatt stammendes vernickeltes Kilogramm befindet. Ob das Stück thatsächlich porenfrei ist, oder ob der Nickelüberzug, vielleicht weil er stärker sein konnte, als der theuere Goldüberzug, einen so vortrefflichen Schutz gewährt hat, muss natürlich dahingestellt bleiben.

Ueble Erfahrungen wurden dagegen noch an feinsten Goldmünzgewichten von vergoldetem Messing, aus derselben Werkstatt, gemacht. Dieselben zeigten bald nach der Einlieferung in hohem Maasse die mehrerwähnten weissen Porenausschwitzungen. An einem der Sätze wurde das Gewicht dieser weissen Ausschwitzungen, soweit sie aussen auf der Oberfläche sassen und durch Abwischen entfernt werden konnten, direct bestimmt; es ergaben sich folgende Zahlen:

Bezeichnung des Stückes	Fehler des Stückes vor der Reinigung	Fehler des Stückes nach der Reinigung	Demnach durch die Reinigung entfernt
20 M *N*	+ 0,246 mg	+ 0,154 mg	0,092 mg
20 M *P*	+ 0,044 „	— 0,046 „	0,090 „
10 M *N*	+ 0,211 „	+ 0,164 „	0,047 „
10 M *P*	+ 0,026 „	+ 0,015 „	0,011 „
5 M *N*	+ 0,102 „	+ 0,067 „	0,035 „
5 M *P*	+ 0,086 „	+ 0,066 „	0,020 „

Der wahrscheinliche Fehler der Bestimmung eines Stückes betrug nur wenige Tausendtheile eines Milligramm, während, wie man sieht, allein das Gewicht der aus den Poren heraus und an die Oberfläche gedrungenen Substanz fast den fünfzigfachen Betrag erreichte. Leider wurde über die Gesammtzunahme nichts ermittelt, da zwischen Einlieferung und der Zeit der ersten Bestimmung fast 6 Monate verstrichen waren, doch beweisen die verhältnissmässig grossen Fehler immerhin, dass eine Zunahme stattgefunden hat, da der Satz ursprünglich sicher sehr genau justirt war. Auch diese Gewichtssätze wurden bis heute noch nicht in Gebrauch genommen, auch in der Zwischenzeit (3 Jahre) nicht wieder untersucht. Ueberhaupt hat sich seitdem die Praxis ausgebildet, alle für den Dienst der Commission bestimmten Gewichtsstücke vor der Ingebrauchnahme erst mehrere Jahre liegen zu lassen.

Es könnte nach den vorstehenden Mittheilungen den Anschein gewinnen, als ob den Verfertiger der meisten der aufgeführten Gewichte ein Verschulden an diesen Uebelständen träfe. Wiewohl es bei dem ausgezeichneten Rufe desselben eigentlich kaum gegentheiliger Versicherungen bedürfte, so soll doch eine an Gewichtsstücken aus einer anderen hochrenommirten Werkstätte gemachte Erfahrung mitgetheilt werden, welche beweist, dass Erscheinungen der gedachten Art bei Gewichten jeder Herkunft vorkommen. Dieselbe reichte der Commission vor Kurzem einen Gewichtssatz von 100 g bis 1 mg ein, dessen Grammstücke erst vergoldet und hierauf platinirt



waren, von welcher Behandlung sich der Einsender grosse Erfolge in Bezug auf die Beständigkeit der Stücke versprach. Nach einiger Zeit zeigten einzelne Stücke des Satzes dieselben weissen Ausschwitzungen wie die oben erwähnten, sodass auch dieser Satz bisher nicht hat in Gebrauch genommen werden können.

Was die Gusseisengewichte anlangt, welche glücklicherweise nur als Normale niederster Ordnung Verwendung finden, so erreichten bei ihnen die gelegentlich beobachteten Gewichtszunahmen ganze Gramme, es scheint jedoch gegen die Gelbgussgewichte ein Unterschied insofern obzuwalten, als erfahrungsmässig alle Gusseisengewichte mit der Zeit an Gewicht zunehmen, und zwar häufig die Stücke eines Gewichtssatzes, wahrscheinlich in Folge des gleichen Ursprunges und der gleichen Behandlung, annähernd porportional ihrer Masse. Es ist daher wenigstens möglich, durch absichtliches Leichterjustiren die Innehaltung der Fehlergrenze auf etwas längere Dauer zu sichern.

Bei dieser Sachlage war es natürlich, dass die Fabrikanten feinerer Gewichte theils auf Anregung der Commission, theils aus eigener Initiative mannigfache Versuche zur Beseitigung des Uebelstandes unternahmen. Neue Legirungen wurden erprobt, auch verschiedene Verfahren zur Verdichtung der Oberfläche durch nachträgliche Härtungs-, Legirungs- u. dergl. Processe vorgeschlagen und, wenn Erfolg versprechend, versucht. Der Normal-Aichungs-Commission, welche diese Versuche mit Interesse verfolgt, zum Theil sogar angeregt hatte, wurden verschiedene Probestücke eingereicht. Dieselben mussten vor Allem auf das Vorhandensein von Poren oder Hohlräumen untersucht werden; es handelte sich also darum, hierzu ein brauchbares Verfahren zu finden. Anfänglich bediente sich die Commission des Auskochens in Verbindung mit Wägung vor und nach der Operation. In Folge der Erhitzung auf 100° tritt ein Theil der in den Poren enthaltenen Luft (etwa 25%) aus und wird beim Erkalten durch eindringendes Wasser ersetzt, dessen Menge aus der Differenz der beiden Wägungen gefunden wird.

Nach diesem Verfahren wurden im Jahre 1878 u. a. vier Probegewichte aus Phosphorbronce untersucht, welche aus den grössten und leistungsfähigsten hiesigen Messingwerken stammten und deren Befund ein recht interessanter war. Es waren zwei Stücke von je 1 kg und zwei von je 0,5 kg Nominalgewicht, sauber abgedreht, im Uebrigen aber nicht besonders behandelt. Jedes Stück hatte einen anderen Kupfergehalt, der sich deutlich durch die Farbe anzeigte; über die sonstige Zusammensetzung war nichts Näheres bekannt. Die Stücke wurden im Ganzen dreimal gewogen; zwischen der letzten Wägung, durch welche noch die Wirkungen der Oxydation nachgewiesen werden sollten, und der Auskochung lag ein Zeitraum von 3½ Monaten, sodass man sicher war, dass das eingedrungene Wasser sich durch Verdunstung wieder verflüchtigt hatte. Die Ergebnisse der drei Wägungen sind in der nachfolgenden Zusammenstellung enthalten, in welcher die Gewichtsstücke nach steigendem Kupfergehalte geordnet sind. (S. nebensteh. Tab. auf S. 317.)

Mit Ausnahme des ersten erwiesen sich also alle Stücke als porös und zwar um so stärker, je grösser der Kupfergehalt war. Schwerer geworden in Folge von Oxydation sind alle vier; auch hier tritt die verschlechternde Wirkung stärkeren Kupfergehaltes hervor. Während also die Composition des ersten Stückes als eine recht gute (denn die Oxydation hält sich durchaus innerhalb der bei einer ungeschützten Broncefläche natürlichen Grenzen) zu bezeichnen ist, weist das letzte Stück ganz erhebliche Zahlen



Nominalwerth des Stückes	Fehler			Gewicht des eingedrungenen Wassers	Gewichtszunahme in Folge von Oxydation
	vor dem Auskochen (28. Juni 78)	unmittelbar nach dem Auskochen	nach 6$^1/_2$ Monaten (12. Jan. 79)		
0,5 kg	+ 165,05 mg	+ 165,05 mg	+ 165,79 mg	0,00 mg	+ 0,74 mg
1 „	+ 746,77 „	+ 758,18 „	+ 760,16 „	11,41 „	+ 13,39 „
0,5 „	+ 868,23 „	+ 901,25 „	+ 915,98 „	33,02 „	+ 47,75 „
1 „	+ 288,83 „	+ 746,81 „	+ 464,04 „	457,98 „ (!)	+ 175,21 „

auf. Da fast ein halbes Gramm Wasser eingedrungen ist, so wird man das Gesammtvolumen der im Innern befindlichen Hohlräume auf ca. 2 ccm veranschlagen können. Die starke Oxydation kommt fast nur auf Rechnung dieser Hohlräume, da das Stück in den 6$^1/_2$ Monaten äusserlich nicht wesentlich stärker angelaufen war, als die anderen.

Einen Erfolg hatte somit der Versuch mit Phosphorbronce nicht; ebensowenig hatte sich vor dieser Zeit irgend ein anderer Versuch als erfolgreich erwiesen. Dagegen fielen die nächsten Versuche zum Theil um so glücklicher aus. Der Commission waren nämlich inzwischen verschiedene Gewichtsstücke eingereicht worden, deren Oberfläche zum Zwecke der Verstopfung der Poren zum Theil einer besonderen Behandlung unterworfen worden war, bezw. zu deren Herstellung ein bisher nicht gebräuchliches, aber nach der fraglichen Richtung hin besondere Vorzüge versprechendes Material benutzt worden war. Es waren im Ganzen fünf, darunter vier von dem hiesigen Mechaniker P. Stueckrath. Der Erfolg dieser Maassnahmen wurde mittels eines anderen Verfahrens untersucht, bei welchem der durch Sieden im Wasser verfolgte Zweck einfacher und gründlicher durch eine Anwendung der Luftpumpe erreicht wird. Es war dies die von der Commission sogenannte Wasservacuumprobe.

Das Verfahren bestand darin, dass die Gewichtsstücke in ein luftdichtschliessendes Gefäss gebracht wurden, welches mit sorgfältig von Luft befreitem Wasser bis zu solcher Höhe angefüllt war, dass die Stücke davon gerade bedeckt wurden. Das Gefäss wurde dann evacuirt und man beobachtete, ob und unter welchen Umständen Luftblasen aus dem Inneren des Gewichtsstückes hervordrangen. Wenn die Evacuation ihr Maximum erreicht hatte und keine Entwickelung von Luftblasen mehr stattfand, stellte man den Atmosphärendruck wieder her, um die aus den Poren gesogene Luft durch hineingepresstes Wasser zu ersetzen.

Leider zeigte sich, dass dem Verfahren einige recht wesentliche Mängel anhaften, welche die äusserste Schärfe des Nachweises der Porosität nicht erreichen liessen. Zunächst ist das Hervordringen von Luftblasen aus dem Stücke kein unzweifelhaftes Indicium. Es giebt kleine Unebenheiten, Rauheiten, Vertiefungen und dergl. auf der Oberfläche von Metallgüssen, welche mit Poren nur das äussere Ansehen gemein haben und welche gleichwohl die Erscheinung hervordringender Luft erzeugen, indem in ihnen beim Eintauchen ein kleines Luftbläschen hängen bleibt, welches sich bei zunehmender Evacuation fortwährend vergrössert (die an und in dem Stücke befindliche Luft wurde etwa auf das 15 bis 20fache ihres Volumens ausgedehnt) und seinen Volumenüberschuss in Form scheinbar herauswachsender Luftblasen abstösst. Wäre man nun wenigstens sicher, dass bei wiederhergestelltem Luftdruck wirklich Wasser in die Poren eindringt, so würde dieser

Uebelstand nicht viel zu bedeuten haben, indem dann die blossen Oberflächenunebenheiten von wirklichen Poren mit Hülfe der Wägung unterschieden werden könnten. Allein dem ist keineswegs so. Vielmehr scheinen dem Eindringen des Wassers capillare Widerstände selbst schon in Fällen entgegenzustehen, wo die Poren noch ganz ansehnliche Durchmesser haben. So z. B. konnte in ein Gusseisenkilogramm, aus welchem bei der Evacuation die Luft massenhaft und ganz leicht austrat, nur ein ganz unverhältnissmässig kleines Wasserquantum eingetrieben werden, das sicherlich nicht den zehnten Theil des Porenvolumens ausfüllte.

Ein weiterer Uebelstand besteht darin, dass bei sehr feinen Poren sogar auch dem Austreten der Luft unter Wasser capillare Hindernisse entgegenzustehen scheinen, indem von einer gewissen Grenze an die der austretenden Luftblase entgegenwirkende Oberflächenspannung im Verein mit der gleichfalls widerstrebenden Reibung an den Porenwänden dem Ueberdrucke der in den Poren eingeschlossenen Luft das Gleichgewicht hält. Mehrfach ist ein Stillstand des Austretens der Luft aus sehr feinen Poren beobachtet worden, der erst wieder erneuter Luftentwickelung Platz machte, als die das Hinderniss bildenden Blasen durch Klopfen und Schütteln des Gefässes entfernt wurden. Bei einem der untersuchten Gewichtsstücke (einem Kilogramm von vergoldetem Gussstahl, bezeichnet mit *S*, s. d. u.) waren die Poren an der fraglichen Stelle so fein, dass sich die Oberfläche des Stückes nach dem Abklopfen der Blasen erst mit einem überaus zarten, silbergrauen Hauch überzog, der nur sehr allmälig zu einzelnen sichtbaren Blasen emporwuchs. Hatten diese Blasen eine gewisse Grösse erreicht, so blieb Alles ungeändert, bis die Blasen wieder entfernt wurden. Der Beobachter ist in solchen Fällen also trotz stundenlangen Klopfens und Schüttelns nicht sicher, alle Luft ausgetrieben zu haben, da sehr wohl Poren von solcher Feinheit denkbar sind, dass die darin enthaltene Luft überhaupt nicht mehr im Stande ist, den Wasserverschluss zu durchbrechen, und die dabei doch nicht klein genug sind, um nicht ausserhalb des Wassers der Luft ungehinderten Eintritt zu gestatten. In diesem letzteren Falle würde also das Verfahren vollständig versagen.

Ein letzter und gleichfalls recht wesentlicher Uebelstand ist der, dass, wenn auch wirklich Wasser in die Poren eingedrungen ist, dasselbe durch Verdunstung vor und während der Wägung zum Theil wieder verloren geht. Das Gewichtsstück muss bis unmittelbar vor der Wägung unter Wasser aufbewahrt werden; wird es dann abgetrocknet, so ist nicht zu vermeiden, dass es sich etwas erwärmt, und der Beobachter ist gezwungen, mit der Wägung ein wenig zu warten, damit das Stück Zeit hat, wieder einigermaassen die Temperatur der Umgebung anzunehmen. Durch diesen Zeitverlust wird der durch Verdunstung verursachte Fehler noch begünstigt. Dass die Verdunstung thatsächlich und in recht ansehnlichem Maasse stattfindet, ist aus dem Verlaufe der Wägung zu erkennen, indem die Gleichgewichtslage der Waage fortwährend im Sinne des Leichterwerden des Stückes und zwar oft so schnell fortrückt, dass es unmöglich wird, sie durch Ablesung der Schwingungen sicher zu fixiren.

Angesichts aller dieser Uebelstände wird es erklärlich sein, dass das Verfahren nur in den eclatanteren Fällen zuverlässige mit Zahlen zu belegende Beweise liefert; für gewöhnlich wird man sich darauf beschränkt sehen, lediglich aus dem Verhalten des Stückes während der Evacuation einigen Anhalt zu gewinnen, und



auf den ziffermässigen Nachweis mittels Wägung verzichten müssen. In den subtilsten Fällen, wie z. B. demjenigen des oben erwähnten Platinkilogrammes, würde es dagegen wahrscheinlich ganz versagen; bei diesem Stück ist ohne den hindernden Wasserverschluss, in dem evacuirten Waagenbehälter, die Ausscheidung der Luft so langsam von Statten gegangen, dass daraus sogar eine erhebliche Wägungsunsicherheit entstanden ist, indem die Ausscheidung noch während der Wägung, viele Stunden nach Beendigung des Pumpens, anhielt. Wenigstens war für die beobachteten Störungen eine natürlichere und wahrscheinlichere Erklärung nicht beizubringen; die in den Poren dieses Stückes enthaltene Luft würde also unter Wasser nicht so leicht zum Austreten gebracht werden können. Es würde hieraus folgen, dass die Prüfung derartiger Versuchsstücke, namentlich der feineren unter ihnen, durch blosse Wägungen auf einer Vacuumwaage bei verschiedenen Drucken — selbstverständlich müsste das Bruttovolumen durch Wägung im Wasser vorher bestimmt sein — zu viel sichereren Ergebnissen zu führen geeignet ist, trotzdem die in Frage kommenden Gewichtsdifferenzen caeteris paribus etwa 1200 Mal kleiner sind als bei dem ersten Verfahren und obendrein nur relative, keine absoluten Resultate ergeben.

Wenn die fraglichen Versuche der Mangelhaftigkeit des Verfahrens ungeachtet zu recht interessanten und werthvollen Ergebnissen geführt haben, so lag dies einmal an der Wahl der Versuchsstücke, ferner aber, wenigstens zum Theil, daran, dass die auf Porosität deutenden Erscheinungen so augenfällig hervortraten, dass jeder Irrthum ausgeschlossen war. Ueber das Verhalten jedes der untersuchten Stücke soll nachstehend besonders und im Zusammenhange mit seiner Vorgeschichte berichtet werden.

1) Versuchskilogramm U, von P. Stueckrath hier, aus Messing, unvergoldet und so gut polirt, dass es sich bis jetzt blank erhalten hat. Der Guss ist ein ausgesucht guter und dichter; das Stück war von zwei Exemplaren desselben Gusses, U und G, (s. d. unten) das bessere, anscheinend porenfreie.

Durch die Prüfung sind Poren in der That nicht nachzuweisen gewesen, ebenso hat in mehr als zwei Jahren keine Gewichtsveränderung stattgefunden.

Fehler im October 1879:		— 17,7 mg
do. November 1881:		— 17,6 „
do. do.	(nach der Wasserprobe)	— 19,35 „

Das Stück wurde nach der Probe also um 1,7 mg leichter befunden, was wohl auf die durch die Probe bewirkte gute Reinigung der durch keine Vergoldung geschützten Oberfläche des Stückes zurückzuführen ist. Bei der Evacuation sind zwar einige (vielleicht 2 oder 3) kleine Bläschen aufgestiegen; dieselben waren aber höchst wahrscheinlich beim Einbringen an dem Gewicht hängen geblieben. Eine dauernde Luftentwickelung hat keinesfalls stattgefunden.

2) Versuchskilogramm G, von Stueckrath, gut vergoldet (mit ca. 270 mg Gold) Schwesterstück von U, vor der Vergoldung ersichtlich porös gewesen. Das Stück ist auf meinen Vorschlag zum Zweck der Verstopfung der Poren vor der Vergoldung mehrmals heiss in Leinöl getaucht und über der Spiritusflamme abgebrannt worden. Da sich Leinöl während des Siedens theilweise zersetzt und eine ziemlich dichte Kohle ausscheidet, die durch das Abbrennen noch vermehrt wird, so werden die Poren durch Kohlenresidua geschlossen[1]). Herr Stueckrath hat hierauf das Stück

[1]) Ein ähnliches Verfahren wird seit einiger Zeit in der Maschinentechnik mit grossem Erfolge angewandt, um die Poren gusseiserner, sehr grossen Drucken ausgesetzter Gefässwände

mit Graphit abgerieben (um auch die Porenfüllung leitend zu machen) und alsdann vergoldet.

Bei der Probe hat sich das Stück ganz ähnlich verhalten, wie *U*; ausser einigen höchst wahrscheinlich hängen gebliebenen winzigen kleinen Bläschen hat keinerlei Luftentwickelung stattgefunden. Ebensowenig hat sich auch das Gewicht des Stückes in zwei Jahren verändert. Namentlich aus letzterem Umstande möchte ich mit Sicherheit schliessen, dass der Zweck der besonderen Behandlung des Stückes vollständig erreicht worden ist. Denn da in porösen, der galvanischen Vergoldung unterworfenen Stücken anscheinend immer Vergoldungsflüssigkeit zurückbleibt, so hätte dieses absichtlich seiner Poren wegen ausgewählte Stück unbedingt auch jene mit Gewichtszunahme verbundene Ausschwitzung zeigen müssen, wenn der Vergoldungsflüssigkeit nicht trotz der Energie, mit welcher sie nach Mittheilung der Fabrikanten von dem Strom in die Poren hineingetrieben werden soll, der Zugang versperrt gewesen wäre. Wägungsbefund:

Fehler	Oct. 79 (nicht ganz genau bestimmt)	— 4,6 mg
-	Nov. 81	— 5,0 -
-	- 81 nach der Wasserprobe	— 5,8 -

Auch hier hat also die durch die Probe bewirkte Reinigung eine Gewichtsverminderung hervorgebracht.

3) Versuchskilogramm *S*, von Stueckrath, aus Gussstahl, vergoldet, von dem Fabrikanten in der Erwartung hergestellt, dass sich Gussstahl als ein besonders geeignetes Material für feinere Gewichte erweisen werde. Dasselbe wurde bereits oben kurz erwähnt.

Bei der Probe hat sich diese Erwartung nicht bestätigt. Während der Evacuation fand jene andauernde, bereits beschriebene Luftentwickelung statt, und zwar sofort bei Beginn, woraus hervorging, dass die Vergoldung dem Austritt der Luft nur geringen oder gar keinen Widerstand entgegensetzte, allerdings wahrscheinlich nur, wie sich sogleich zeigen wird, weil sie zu schwach war. Als nämlich die Evacuation ihr Maximum erreicht hatte, vielleicht auch in Folge des andauernden Klopfens und Schüttelns, lösten sich Spuren der Vergoldung ab, ja an einer Stelle sprang ein Goldblättchen von mehreren Quadratmillimetern Fläche ab. Hieraus scheint hervorzugehen, dass einige der allerfeinsten Poren dennoch von der Vergoldung unter luftdichtem Verschluss gehalten waren, und die grösseren nur deshalb nicht, weil die edelmetallische Schicht nicht stark genug war, um sie mit zu überdecken (sie

---

gegen das Durchdringen von Wasser zu verstopfen, weshalb ich auf die Idee kam, das ihm zu Grunde liegende Princip wenn möglich auch für Gewichtsstücke nutzbar zu machen. Herr Geheimrath Reuleaux macht darüber in seinen Vorlesungen folgende interessante Mittheilungen. Bei dem Bau sehr grosser eiserner Brücken (z. B. der Brittannia Bridge in Nordamerika) bediente man sich zum Emporheben der Träger gewaltiger hydraulischer Pressen bis zu 4 Millionen Pfund Druck. Hierbei stiess man auf die Schwierigkeit, dass das mit einem Druck von ca. 200 Atmosphären in den Presscylinder getriebene Wasser zum Theil durch dessen Wände hindurch- und in feinen Strahlen hervordrang. Verstärken der Wand half nichts, da sich die Erscheinung sogar noch bei einer Wanddicke von 16 engl. Zoll (gleich 41 cm!) in unverminderter Stärke zeigte. Nach vielen vergeblichen Versuchen schaffte andauerndes Sieden des Presscylinders in Leinöl zuverlässige Abhülfe; selbst die Cylinder der stärksten Pressen hielten nach achttägigem ununterbrochenem Sieden völlig dicht.

kann, wie sich leicht ausrechnen lässt, nur Bruchtheile eines Mikron stark sein). Ist diese Annahme richtig, so würde daraus folgen, dass der von andrer Seite, nämlich von Herrn Professor Foerster, gemachte Vorschlag, die Stücke mit einem billigeren galvanischen Ueberzug bis zur Stärke von etwas mehr als dem halben Durchmesser der grössten sichtbaren Poren zu versehen, wahrscheinlich gleichfalls zum Ziele führen würde, und hat dementsprechend die Commission bereits Schritte gethan, um auch dieses allerdings anscheinend mit grossen Schwierigkeiten verbundene Verfahren zu erproben.

Die poröse, viele Quadratcentimeter grosse Stelle befand sich auf der Mantelfläche und reichte bis zur Bodenfläche. Gegen Erwarten drang nach der Wiederherstellung des Luftdruckes nur die verschwindend kleine Menge von 1,8 mg Wasser in das Stück ein, obwohl es 24 Stunden darunter aufbewahrt blieb. Während zweier Jahre war das Stück gleichfalls anscheinend unverändert geblieben, was dafür zu sprechen scheint, dass sehr feine Poren (genauer solche, die wie hier mit blossen Augen nicht sichtbar waren) auch das Eindringen der Vergoldungsflüssigkeit zu verhindern im Stande sind. Ob das Kilogramm, wenn es aus Messing bestanden hätte, nicht dennoch durch blosse Oxydation schwerer geworden wäre, muss dahin gestellt bleiben, denn Gussstahl ist, wenigstens so lange die natürliche Gusshaut unverletzt bleibt, wahrscheinlich unveränderlicher als Messing.

Die verschiedenen Wägungen ergaben Folgendes:

Fehler im Oct. 79	— 12,2 mg
- - Nov. 81	— 12,5 -
- nach der Wasserprobe	— 17,7 -
- nach 48stündigem Trocknen im Vacuum .	— 19,5 -

Das Trocknen geschah in dem trocken ausgewischten und evacuirten Recipienten, in welchen das Stück zusammen mit einer Chlorcalciumschale gebracht worden war. Es hatte dies den Zweck, die Ermittelung des durch Abspringen von Vergoldung verursachten Gewichtsverlustes zu ermöglichen. Die Differenzen der letzten drei aufgeführten Wägungen ergeben, dass 7,0 mg Gold verloren gegangen und dass 1,8 mg Wasser eingedrungen waren.

4) Versuchskilogramm von sogenanntem Masseguss, besseres Gusseisen, mit Messingpfropf, nach einem von Stueckrath neuerdings in Anwendung gebrachten Verfahren mit Graphit geschwärzt und mit Leinölfirniss überstrichen. Nach den Erfahrungen des Fabrikanten halten sich so behandelte Stücke bedeutend besser, als die mit dem gewöhnlichen Lacküberzug versehenen.

Vom ersten Augenblicke der Evacuation an stiegen massenhafte, die ganze Oberfläche dicht bedeckende, schnell wachsende und sich erneuernde Luftblasen auf, die auch sogleich den Ueberzug abzusprengen begannen. Ausgenommen blieb bloss der Messingpfropf, welcher demnach bei guter Ausführung völlig luftdicht zu schliessen scheint. Nach mehreren Stunden verminderte sich die unzweifelhaft mehrere Cubikcentimeter betragende Luftausscheidung und blieb nur an den Stellen stärkster Krümmung noch einige Zeit in dem alten Umfange bestehen, nämlich an der Unterseite des Kopfes, da wo er in den Hals übergeht und besonders an der aufgegossenen Aufschrift. Auch dieses Stück wurde nach der Probe getrocknet, um einen Anhalt über das Gewicht der abgesprengten Deckschicht zu erhalten. Wägungsbefund:

Fehler am 2. Dec. 81 vor der Probe . . . . — 5,9 mg
„ 3. Febr. 82 nach der Probe
10 Minuten dem Wasserdruck ausgesetzt gewesen . + 5,3 „
„ 4. Febr. 82 nach der Probe
24 Stunden unter Wasser, noch weiter Lack verloren, namentlich beim Abtrocknen . . . . . . ± 0,0 „
„ 6. Febr. 82 nach 48stündigem Trocknen . . . . . — 23,4 „

Es sind hier also im Ganzen 29,3 mg Lack verloren gegangen, was recht wenig erscheint, da er fast völlig verschwunden war, und nur 23,4 mg Wasser eingedrungen, ein Quantum, welches mit dem der ausgeschiedenen Luft in gar keinem Verhältnisse steht. Es geht hieraus klar hervor, dass der überwiegende Theil der im Gusseisen enthaltenen Poren zu fein ist, um dem Wasser selbst noch bei einer Atmosphäre Ueberdruck den Eintritt zu gestehen.

5) Versuchskilogramm von Gruson'schem Hartguss, ohne Aufschrift oder Bezeichnung, blank geschliffen, die Oberfläche nicht weiter behandelt. Auf Anregung der Normal-Aichungs-Commission in dieser Gestalt hergestellt.

Bei der Evacuirung zeigen sich nur wenige höchst wahrscheinlich beim Einsenken hängen gebliebene Luftbläschen; eine dauernde Luftabscheidung findet jedenfalls nicht statt. Nach der Probe zeigt es sich leichter in Folge der durch die Probe bewirkten Reinigung; Wasser ist demnach nicht eingedrungen. Zwischen den zwei Wägungen vor der Probe liegt ein Zeitraum von fast 3½ Monaten, während welcher Zeit das Stück keine Gewichtszunahme erfahren hat, bei einem blanken Eisenstücke ein kaum zu erwartendes günstiges Resultat. Der specielle Wägungsbefund ist folgender:

26. Nov. 81. Fehler des Stückes . . . . . + 4556,8 mg
3. Febr. 81. do. nach gutem Abwischen . + 4555,5 „
4. „ „ do. nach der Wasserprobe . + 4549,3 „

Der Einfluss der beiden Reinigungen ist wahrscheinlich deshalb so stark, weil vor der ersten Wägung nur ein ganz oberflächliches Abwischen stattgefunden hatte. Abgesehen hiervon scheint der Beweis erbracht zu sein, dass der Hartguss alle Eigenschaften besitzt, um als Ersatz des Gusseisens zu dienen. Leider verbietet sich seine umfangreichere Anwendung zur Zeit noch durch den sehr hohen Preis.

Hiermit war jedoch die Untersuchung noch nicht abgeschlossen. Wiewohl nämlich die Ergebnisse in Bezug auf das Leinölimprägnirungsverfahren schon recht günstige zu nennen waren, liess die Commission doch noch von Herrn Stueckrath zwei notorisch stark poröse Gewichtsstücke probeweise danach behandeln, nämlich:

6) das vierte der oben erwähnten Phosphorbronce-Stücke mit dem stärksten Kupfergehalt und das Kilogrammstück von Masseguss, welches in der vorstehenden Untersuchung unter No. 4 angeführt ist. Beide Stücke blieben im Uebrigen roh. Bei dem ersten hatte das Verfahren nicht ganz den gewünschten Erfolg; bei der Prüfung erwiesen sich nur die feineren Poren als verstopft, während aus einigen grösseren noch eine merkliche Luftenwickelung stattfand. Aus einer am Boden befindlichen Oeffnung von höchstens 0,5 mm Weite trat sogar ein fast ununterbrochener Luftstrom aus, der die in diesem Stücke früher nachgewiesenen grossen Hohlräume unmittelbar anzeigte. Bei dem Eisengewicht war dagegen ein vollständiger Erfolg er-

zielt. Bis auf den Pfropf, welcher diesmal, wahrscheinlich in Folge der Erhitzung, gelockert war und nicht mehr dicht hielt, fand an keiner Stelle eine ständige Luftentwickelung statt; es wurden überhaupt nur einige in den natürlichen Vertiefungen der Gusshaut beim Eintauchen hängen gebliebene, mit Abnahme des Druckes sich in gesetzmässiger Weise vergrössernde Bläschen sichtbar. Von Wägungen wurde bei dieser Prüfung aus den bereits angegebenen Gründen abgesehen.

Herr Stueckrath will nun noch den Versuch machen, mittels andauernden Siedens in Leinöl auch die grösseren Poren des Phosphorbronce-Stückes zu verschliessen. Selbst wenn er jedoch, wie zu erwarten, Erfolg haben sollte, so wäre es nicht rathsam, in ähnlichen Fällen davon Gebrauch zu machen; vielmehr wird man gut thun, Stücke mit so grossen Poren nach wie vor auszuschliessen. Man hat dann wenigstens nicht zu befürchten, dass sich die in dem Stück möglicherweise enthaltenen Hohlräume dauernd mit unzersetztem Leinöl füllen.

Fassen wir die Ergebnisse der vorstehenden Untersuchungen zusammen, so ergiebt sich:

Gewichtsstücke aus Gelbguss werden dadurch, dass sie mehrmals heiss in Leinöl getaucht und darauf bis zur Verbrennung des Leinöls erhitzt werden, vor den Folgen der Porosität in allen Fällen zuverlässig geschützt, wo die Ausmündungen der Poren nicht von augenfälliger Grösse sind; auch ein galvanischer Ueberzug, falls man im Stande ist, ihn stark genug zu machen, scheint Schutz zu bieten.

Gewichtsstücke aus gutem Gusseisen ohne grössere Poren werden durch dasselbe Verfahren immer hinreichend geschützt. Dagegen schützt das blosse Ueberstreichen mit einer wie immer beschaffenen Lackschicht nicht, auch wenn eine Schwärzung mit pulverförmigen Material vorangegangen ist. Starke Krümmungen der Oberfläche, wie solche namentlich durch aufgegossene Aufschriften bedingt werden, erhöhen die Porosität des rohen Gussstückes. Der sogenannte Masseguss unterscheidet sich in Bezug auf Porosität nicht vom gewöhnlichen Gusseisen.

Unter den für feinere Gewichte neuerdings vorgeschlagenen Materialien bietet Gussstahl keine wesentlichen, Phosphorbronce überhaupt keine Vorzüge, dagegen scheint bester Hartguss ganz vortrefflich zu sein.

Der sicherste Nachweis der Porosität wird mittels gewöhnlicher Wasserwägung und darauf folgender Vergleichung mit einem notorisch porenfreien Stücke in Luft von verschiedenen Drucken auf einer Vacuumwaage gewonnen. Die Mängel der blossen Wasserwägung zur Bestimmung des Volumens poröser Gewichtsstüche werden auch durch vorheriges Sieden in Wasser, wie solches von einigen Metrologen neuerdings gefordert wird, nicht wesentlich vermindert; dagegen läuft man Gefahr, die Luftwägungen eines so behandelten Gewichtsstückes dadurch zu verfälschen, dass man in die Poren eingedrungenes Wasser mitwägt. Das Sieden in Wasser ist daher nur bei wirklich porenfreien Stücken unbedenklich und dann im Grunde genommen überflüssig, da der einzige Vortheil, eine gute Reinigung, auf anderem Wege einfacher zu erreichen ist.



Apparat zur graphischen Darstellung der Combinationsfiguren zweier Pendel, deren Schwingungsebenen einen beliebigen Winkel miteinander bilden.

Von
Mechaniker **R. Kleemann** in Halle a. S.

Es sind in dieser Zeitschrift schon mehrfach Apparate zur Erzeugung von Combinationsfiguren zur Sprache gebracht worden. Dies veranlasst mich, auch einen von mir verfertigten Apparat in seinen mechanischen Bestandtheilen des Näheren zu beschreiben, welcher sich durch einige seine Handlichkeit und Zweckmässigkeit wesentlich erhöhende Details von anderen ähnlichen Apparaten, wie ich glaube, vortheilhaft unterscheidet. Derselbe wurde im mathematisch-physikalischen Seminar des Herrn Geheimrath Prof. Dr. Knoblauch durch den jetzigen Gymnasiallehrer Herrn P. Schönemann entworfen und durch mich zur Ausführung gebracht. Der Apparat hat mit dem Tisley'schen, bei welchem beide Pendel durch zwei Kugelgelenke fest verbunden sind und nur zu einander rechtwinkelige Bewegungen ausführen können, nur die beiden, constructiv überdies auch noch wesentlich veränderten Pendel gemein; in allen anderen Theilen weicht er von ihm ab.

In Fig. 1 ist zunächst der ganze Apparat perspectivisch dargestellt. Auf einem durch vier Schrauben horizontal stellbaren Brett *A* erheben sich vier Säulen *B*, auf

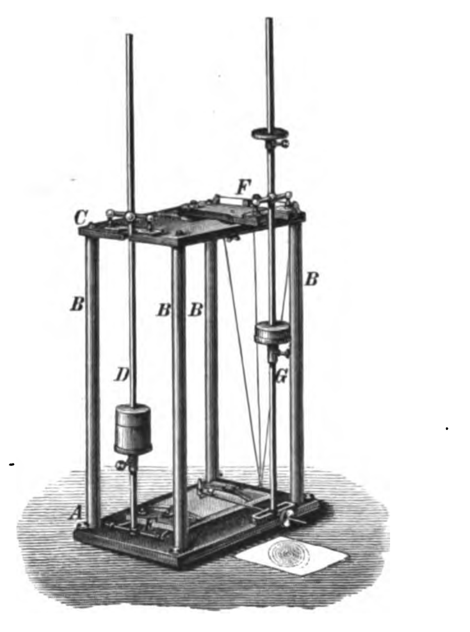




Fig. 1.

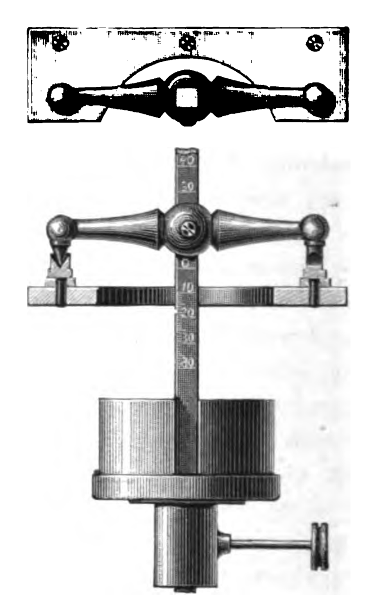


Fig. 2 (1/3 nat. Gr.).

denen wiederum das Hauptbrett *C* des Apparates ruht. Auf der schmalen Seite dieses Brettes ruht fest das Axenlager für die Pendelstange *D*, welche unten den Schreibtisch *E* trägt. Im Mittelpunkte desselben Brettes befindet sich eine conische Zwinge fest aufgeschraubt, auf welcher sich aufgeschliffen eine zweite bewegt, an die ein kleineres Holzbrett *F* mit einem Ende aufgeschraubt ist. Dieses Holzbrettchen

lässt sich also um den Mittelpunkt bis 45° nach jeder Seite verdrehen. Am anderen Ende des Brettchens befindet sich ein dem ersten gleiches Axenlager für die zweite Pendelstange *G*, welche unten die Schreibvorrichtung trägt. Durch einen Zeiger, welcher an dem Brettchen befestigt ist und über einen getheilten Kreis auf dem Hauptbrett läuft, lässt sich die jedesmalige Neigung der Schwingungsebenen beider Pendel ablesen bezw. einstellen und durch Pressschraube fixiren.

Die Axenlager sind so construirt, dass durch Ausdehnen oder Zusammenziehen nie Pressionen entstehen können, welche dem Gange hinderlich sind. Es ist dies dadurch erreicht, dass die eine Seite der Axe in eine Spitze, die andere in eine Schneide ausläuft, wie dies Fig. 2 zeigt. Die Regulirung der Schwingungen der Pendel erfolgt durch Verschieben schwerer Gewichte an den Pendelstangen. Da dieselben über die Drehpunkte hinaus verlängert sind, so ist einleuchtend, dass nahezu jedes Verhältniss herstellbar ist. Die Gewichte haben einen bis über das Centrum reichenden Ausschnitt, um ein Einsetzen von der Seite her auf den Gewichtstisch schnell ausführen zu können.

Die Stangen sind, um ein einmal gesuchtes Verhältniss schnell und sicher wiederzufinden, vom Drehpunkt als Nullpunkt nach oben und unten in Millimeter getheilt.

Dem Lager der Pendelstange *D* gegenüber am anderen Ende des Hauptbrettes befindet sich eine kleine Windevorrichtung, mittels welcher der an den in Fig. 1 sichtbaren drei Schnuren befestigte Schreibtisch an einem Ende gehoben oder gesenkt und so horizontal gestellt werden kann, nachdem die Einstellung des Hauptbrettes vorangegangen ist. Beide Pendelstangen enden nach unten in ein Querstück, in welche die Körner von Spitzschrauben, welche durch Gegenmuttern fixirt werden können, eingreifen, so dass sich also um diese Querarme sowohl an dem einen Pendel der Schreibtisch als an dem anderen der Schreibstift leicht und doch sicher bewegen können.

Der in Fig. 3 mit der Bodenplatte des Apparates und dem Schreibstift im Grundriss dargestellte Schreibtisch besteht aus einer starken Spiegelglasplatte, auf welcher zunächst rechts die Vorrichtung zur Aufnahme des Pendels und auf der anderen Seite die Führungsöse für den Faden befestigt sind. Sodann sind etwas mehr nach der Mitte zu zwei Federn aus Messing, welche das Papier zu halten haben, aufgeschraubt. Ueber die Anordnung des Schreibers ist wohl nichts hinzuzufügen, da dieselbe aus der Figur deutlich zu ersehen ist.

Es ist Vorkehrung getroffen, die entstehenden Figuren sowohl mit Tinte als auf geschwärztem Papier ausführen zu können. Im ersten Falle wird dem Schreibhebel eine zur feinen Spitze ausgezogene Glasröhre, im letzteren Falle eine feine unten wenig abgeschliffene Stahlspitze eingesetzt.

Für den Schreibstift ist eine Art von Arretirung in folgender Weise vorgesehen. Die Oeffnung der im Hauptbrette befestigten Zwinge ist durch ein massives Messingstück, welches im Centrum fein gebohrt ist, geschlossen. Durch diese Oeffnung geht ein Faden, welcher unten an der Pressschraube des Schreibstiftes befestigt ist und oberhalb des eben erwähnten Messingstückes mittels eines kleinen in Form einer 8 gebogenen Drahtes an einem kleinen Häkchen aufgehängt werden kann. Bei der Einstellung und Vorversuchen wird dadurch der Schreibstift von dem Schreibtische abgehoben und erst nach erfolgter sicherer Einstellung durch Nieder-



lassen der 8 bis zur Platte zum Schreiben gebracht. Es ist hieraus ersichtlich, dass sowohl Schreibtisch als Schreibstift vollständig unabhängige Bewegungen machen müssen und dass die gezeichnete Figur nothwendig die Componente aus beiden Bewegungen ist.

Eine grosse Schwierigkeit bereitete bei den wie bisher beschrieben construirten Apparaten die Phasen-Einstellung und konnte man nur bei Aufwendung unsäg-

Fig. 3 a.

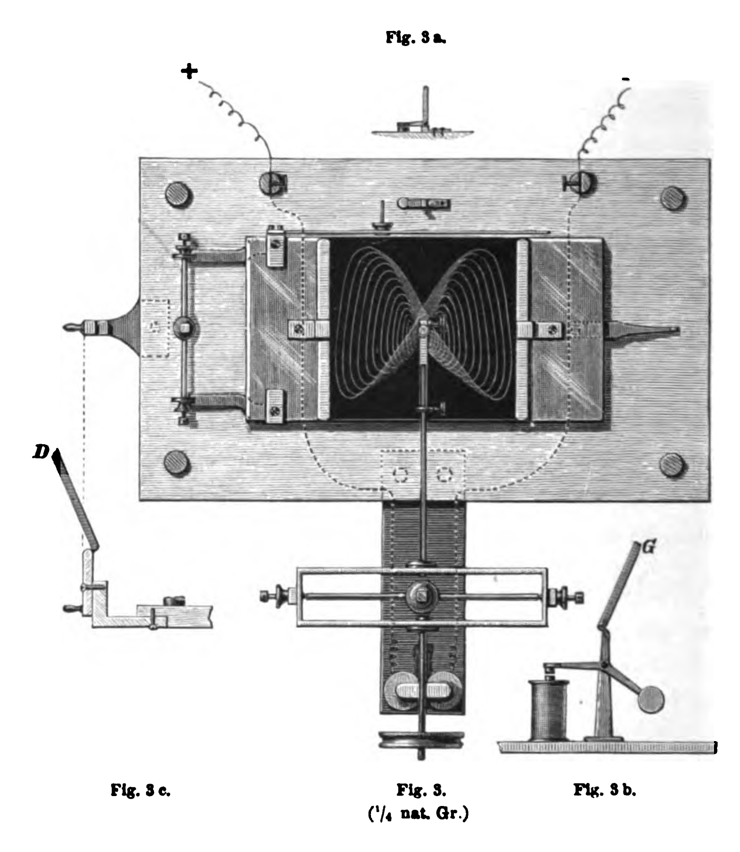


Fig. 3 c. Fig. 3. (¼ nat. Gr.) Fig. 3 b.

licher Mühe und auch dann nur mit geringer Wahrscheinlichkeit auf eine sichere Wiederherstellung eines und desselben Phasenunterschiedes rechnen. Hier brachte die Hinzufügung einer elektromagnetischen Auslösung vollständige Abhülfe. Ein für das physikalische Cabinet des Herrn Geheimrath Prof. Helmholtz in Berlin gefertigter Apparat war der erste, den ich damit versah; er bewies, dass man nun in der That im Stande war, jede Phase sicher und beliebig oft zu wiederholen.

Die nähere Einrichtung dieser elektrischen Auslosung wird auch ohne eingehendere Beschreibung aus der Fig. 3 mit ihren drei kleinen Nebenfiguren verständlich sein. An der Pendelfassung des Schreibtisches ist eine Laufschiene von entsprechender Länge angeordnet, in welcher sich ein Stift verschieben und feststellen lässt. Dieser Stift schlägt bei seiner Bewegung mit der Platte einen auf dem Grundbrette in der Richtung des Stiftes befindlichen, leicht beweglichen Wippcontact (derselbe ist in Fig. 3a in Seitenansicht dargestellt) um und öffnet dadurch augenblicklich den Strom, welcher den Elektromagneten (s. dessen Seitenansicht Fig. 3b) erregte und dessen Anker, gegen welchen sich an eine rechtwinklig vorspringende Nase das Pendel

mit dem Schreibstift legte, festhielt. Der mit Gegengewicht versehene Anker fällt sofort weit seitwärts und giebt das Schreibpendel frei. Für das Pendel des Schreibtisches ist gleichfalls eine Arretirung vorgesehen, indem es mittels eines kleinen, seitwärts wegdrehbaren Vorsprunges (Seitenansicht Fig. 3c), an welchen es sich anlegt, in seiner Lage gehalten und beginnt seine Schwingung im Moment des Zurückschlagens desselben. Man sieht nun, dass es nur nöthig ist, bei arretirtem oder sonst wie festgehaltenem Tischpendel den Contactstift entsprechend einzustellen, um jeden verlangten Phasenunterschied zu erhalten.

Wird der Stift z. B. bei Arretirung des Tischpendels so gestellt, dass es den Wippcontact gerade berührt, so werden beide Pendel gleichzeitig ihre Schwingung beginnen. Steht das Tischpendel dagegen auf seinem tiefsten Punkte und man schiebt den Stift bis zur Berührung mit der Wippe vor, so wird nach Freilassung des Pendels der Tisch erst eine halbe Schwingung ausführen, ehe das zweite Pendel folgt. Es entsteht dann z. B. bei einem Verhältnisse 1 : 2 im ersten Falle eine Art Schmetterlingsflügel (etwa wie die in der Figur dargestellte), im zweiten Falle eine regelmässige 8 und so fort[1]).

Ueber das Präcisions-Polarplanimeter

(Patent Hohmann & Coradi).

Von

Franz Lorber, o. ö. Professor der Geodäsie an der K. K. Bergakademie in Leoben.

I. Theorie des Präcisions-Polarplanimeters.

In der vor einigen Wochen ausgegebenen Schrift: „Beschreibung, Theorie und Gebrauch des Präcisions-Polarplanimeters“ hat der Erfinder, Bauamtmann Hohmann in Bamberg, eine elementare Theorie des Instrumentes mitgetheilt; im Nachfolgenden soll nun eine strengere Theorie gegeben werden, wobei auf die Einrichtung des Planimeters nur ganz kurz eingegangen werden wird.

„Der Construction des Präcisions-Polarplanimeters liegt der Gedanke zu Grunde, die beim Linearplanimeter vorkommenden Bewegungen der Messrolle durch ein Polarplanimeter wiederzugeben und die dem Linearplanimeter hinsichtlich seiner Genauigkeit eigenen Vorzüge mit der Einfachheit der Construction des Amsler'schen Polarplanimeters zu verbinden.“

Mit Bezug auf diese der Vorrede der oben genannten Schrift entnommenen Worte ist es sonach ein wesentlicher Unterschied zwischen dem Präcisionsplanimeter und dem gewöhnlichen Polarplanimeter, dass bei dem ersteren die Messrolle ihre Bewegungen nicht auf der Planunterlage, sondern auf einer besonderen, mit Papier überzogenen Scheibe, welche die Planunterlage nicht berührt, ausführt.

Diese Scheibe (schematische Figur 1) S wird durch eine am Ende ihrer schief liegenden Axe angebrachte Laufrolle L in Umdrehungen versetzt; die Laufrolle liegt auf dem Plane auf und beschreibt bei dem Nachfahren einer Figur mit dem Fahrstifte F einen Kreisbogen, dessen Mittelpunkt im Pole P sich befindet.

[1]) Der Herr Verfasser hat uns als Proben eine Reihe theilweise sehr complicirter Aufzeichnungen des Apparates eingesandt, welche an Schönheit und Deutlichkeit nichts zu wünschen übrig lassen. D. Red.



Der Fahrarm GF ist mit dem Polarme PG durch ein Gelenk G verbunden und kann um dasselbe gedreht werden; dadurch wird mittels des senkrecht zu GF stehenden Armes b ein Schlitten, der den Rahmen der Messrolle R trägt, senkrecht zu PG verschoben.

Diese Verschiebung bewirkt die Verschiebung der Messrolle in dem zum Schlitten parallelen Durchmesser der Scheibe S; das Planimeter ist um den Pol P drehbar und es ist sonach das Umfahren von gezeichneten Flächen ermöglicht.

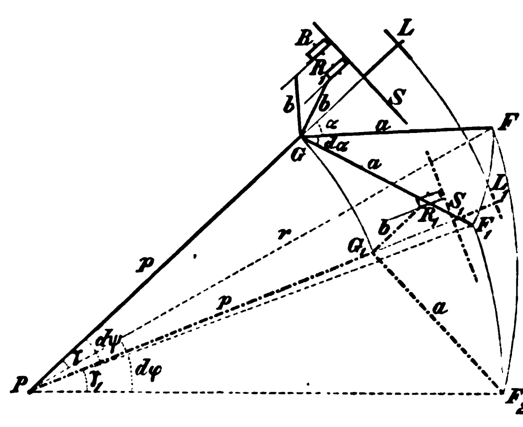


Fig. 1.

Die Anzahl der von der Messrolle gemachten Umdrehungen wird auf einem Zählrädchen und auf der Rolle selbst abgelesen.

Soll mit dem Fahrstifte ein Bogenelement FF_2 durchfahren werden, so kann dies durch zwei unendlich kleine Theilbewegungen ausgeführt werden; zuerst denkt man sich bei feststehendem Polarm den Fahrarm um G gedreht, bis der aus P mit PF_2 beschriebene Kreisbogen in F_1 erreicht wird, wobei der Stift den Kreisbogen FF_1 beschreibt, und dann wird der Fahrstift in dem Bogen F_1F_2 durch Drehung des Planimeters weiter geführt.

Bei der ersten Theilbewegung wird lediglich die Rolle aus der Anfangsstellung R nach R_1 gebracht, während die Laufrolle ruhig bleibt, und bei der zweiten Bewegung beschreibt die Laufrolle den Bogen LL_1, wodurch S in Umdrehung versetzt und von R_1 ein Bogen abgewälzt wird.

Die Grösse dieser Abwälzung hängt von der Entfernung der Rolle vom Mittelpunkte der Scheibe ab und ist um so grösser, je weiter die Rolle gegen das Ende des Durchmessers rückt.

Ist α der Winkel, den der Fahrarm in der Anfangsstellung mit der Verticalebene des Polarms (die durch den Mittelpunkt der Scheibe und durch deren Axe gehend angenommen wird) bildet, so ist der Abstand der Rolle vom Mittelpunkte der Scheibe

$$x = b \sin(90 - \alpha) = b \cos\alpha,$$

was für $\alpha = 90°$ den Werth $x = 0$ ergiebt.

Wird der Fahrstift von F nach F_1 geführt, so rückt die Rolle um dx gegen den Mittelpunkt und es ist

$$dx = -b \sin\alpha \, d\alpha,$$

und der Abstand der Rolle vom Mittelpunkte, wenn der Fahrstift in F_1 angelangt ist,

$$x + dx = b\cos\alpha - b\sin\alpha\, d\alpha \qquad (1$$

Wird nun der Fahrstift im Kreisbogen F_1F_2 geführt, so beschreibt der Polarm den Winkel $GPG_1 = d\psi$, die Laufrolle den Bogen LL_1, während die Messrolle in Folge der dadurch bewirkten Umdrehungen von S eine rollende Bewegung erleidet, welche für die Flächenbestimmung maassgebend ist.

Setzt man $PL = PL_1' = PG + GL = l = p + c$, so ist

$$LL_1 = l d\psi \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2$$

und es ergiebt sich, wenn mit L der Halbmesser und mit $d\lambda$ die Winkelbewegung der Laufrolle bezeichnet wird,

$$l d\psi = L d\lambda; \qquad d\lambda = \frac{l}{L} d\psi. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3$$

Die Scheibe hat dieselbe Winkelbewegung $d\lambda$ und es wird somit von der Messrolle, deren Halbmesser R, deren Winkelbewegung dv gesetzt werde, ein Bogen abgewälzt, für welchen die Bedingungsgleichung gilt:

$$\begin{aligned} R dv &= (x + dx)\, d\lambda \\ &= (b \cos\alpha - b \sin\alpha\, d\alpha)\, d\lambda \\ &= b \cos\alpha\, d\lambda, \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4 \end{aligned}$$

wobei das unendlich kleine Glied zweiter Ordnung $b \sin\alpha\, d\alpha\, d\lambda$ vernachlässigt wurde.

Durch Substitution von (3 in (4 ergiebt sich

$$R dv = \frac{bl}{L} \cos\alpha\, d\psi. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (5$$

Um diese Gleichung integriren zu können, bezeichne man die constanten Dimensionen $PG = PG_1$ mit p, $GF = GF_1 = G_1F_2$ mit a, ferner, zur Einführung von Polarcoordinaten, bezogen auf die Polaraxe PF und den Pol P, setze man $PF = r$; $\measuredangle FPF_2 = d\varphi$ und endlich die Winkel

$$GPF = \gamma; \quad PFG = \beta; \quad G_1PF_2 = \gamma_1 = \gamma + d\gamma.$$

Da $\Delta PG_1F_2 \cong PGF_1$, ist $\measuredangle G_1PF_2 = GPF_1 = \gamma_1$, $GPG_1 = F_1PF_2 = d\psi$, $\gamma_1 + d\psi = \gamma + d\varphi$ und $d\psi = d\varphi + \gamma - \gamma_1 = d\varphi - d\gamma$. . . . . . . (6

In dem Dreiecke PGF ist:

$$a^2 = p^2 + r^2 - 2pr\cos\gamma$$

$$\cos\gamma = \frac{p^2 + r^2 - a^2}{2pr}$$

$$d\cos\gamma = -\sin\gamma\, d\gamma = \frac{r^2 - p^2 + a^2}{2pr^2} dr$$

und

$$d\gamma = \frac{p^2 - a^2 - r^2}{2pr^2 \sin\gamma} dr \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (7$$

$$\begin{aligned} r &= p\cos\gamma + a\cos\beta; & dr &= -p\sin\gamma\, d\gamma - a\sin\beta\, d\beta \\ a\sin\beta &= p\sin\gamma; & dr &= -p\sin\gamma\,(d\gamma + d\beta) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (8 \\ \alpha &= \beta + \gamma; & d\alpha &= d\beta + d\gamma \end{aligned}$$

$$dr = -p\sin\gamma\, d\alpha \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (9$$

$$d\gamma = \frac{a^2 + r^2 - p^2}{2r^2} d\alpha \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (10$$

und endlich

$$d\psi = d\varphi - \frac{a^2 + r^2 - p^2}{2r^2} d\alpha. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (11$$

Setzt man (11 in (5 ein, so wird die Differentialgleichung

$$R dv = \frac{bl}{L} \cos\alpha \left(d\varphi - \frac{a^2 + r^2 - p^2}{2r^2} d\alpha \right)$$

oder

$$R dv = \frac{bl}{L} \cos\alpha\, d\varphi - \frac{bl}{L} \frac{a^2 + r^2 - p^2}{2r^2} \cos\alpha\, d\alpha. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (12$$

Mit $\cos\alpha = \frac{r^2 - a^2 - p^2}{2ap}$ und $\frac{a^2 + r^2 - p^2}{2r^2} = \frac{a^2 + ap\cos\alpha}{a^2 + p^2 + 2ap\cos\alpha}$

geht (12 über in:

$$Rdv = \frac{bl}{L}\frac{r^2 - a^2 - p^2}{2ap}d\varphi - \frac{bl}{L}\frac{a^2 + ap\cos\alpha}{a^2 + p^2 + 2ap\cos\alpha}\cos\alpha\, d\alpha$$

oder

$$Rdv = \frac{bl}{apL}\frac{r^2}{2}d\varphi - \frac{bl}{2apL}(a^2 + p^2)d\varphi - \frac{bl}{L}\frac{a^2 + ap\cos\alpha}{a^2 + p^2 + 2ap\cos\alpha}\cdot\cos\alpha\, d\alpha. \quad (13$$

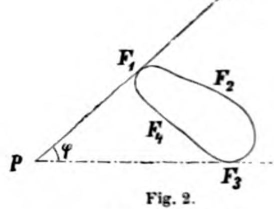


Fig. 2.

Wird nun eine geschlossene Figur in der Stellung Pol ausserhalb (Fig. 2) umfahren, so hat man bei dem Wege des Fahrstiftes $F_1 F_2 F_3$ die Integrationsgrenzen 0 und φ, α und α_1, also

$$Rv_1 = \frac{bl}{apL}\int_0^{\varphi}\frac{r^2}{2}d\varphi - \frac{bl}{2apL}(a^2 + p^2)\int_0^{\varphi}d\varphi - \frac{bl}{L}\int_{\alpha}^{\alpha_1}\frac{a^2 + ap\cos\alpha}{a^2 + p^2 + 2ap\cos\alpha}\cos\alpha\, d\alpha$$

$$= \frac{bl}{apL}\text{ Fläche } PF_1F_2F_3P - \frac{bl}{2apL}(a^2 + p^2)\varphi - J. \quad (14$$

Für den Weg des Fahrstiftes $F_3 F_4 F_1$ erhält man:

$$Rv_2 = \frac{bl}{apL}\int_{\varphi}^{0}\frac{r'^2}{2}d\varphi - \frac{bl}{2apL}(a^2 + p^2)\int_{\varphi}^{0}d\varphi - \frac{bl}{L}\int_{\alpha_1}^{\alpha}\frac{a^2 + ap\cos\alpha}{a^2 + p^2 + 2ap\cos\alpha}\cos\alpha\, d\alpha$$

$$= -\frac{bl}{apL}\int_0^{\varphi}\frac{r'^2}{2}d\varphi + \frac{bl}{2apL}(a^2 + p^2)\varphi + J$$

$$= -\frac{bl}{apL}\text{ Fläche } PF_1F_4F_3P + \frac{bl}{2apL}(a^2 + p^2)\varphi + J. \quad (15$$

Durch Addition von (14 und (15

$$R(v_1 + v_2) = Rv = \frac{bl}{apL}\text{ Fläche } F_1F_2F_3F_4F_1 = \frac{bl}{apL}F \quad (16$$

Die Addition $v_1 + v_2$ wird, wie bei den anderen Planimetern, von dem Instrumente selbst bewirkt.

Macht die Messrolle etwa n Umdrehungen, so ist $v = 2n\pi$ und

$$R\,2n\pi = \frac{bl}{apL}F$$

$$F = \frac{apLR}{bl}2n\pi = fn, \quad (17$$

wobei $f = \frac{apLR}{b(p+c)}2\pi$ den Flächenwerth einer Umdrehung der Messrolle bedeutet. Durch Veränderung von a oder p kann f verschiedene Werthe erhalten.

Steht der Pol im Inneren der Figur, so wird der Werth des bestimmten Integrals $J = 0$ und man erhält

$$Rv = \frac{bl}{apL}\int_0^{2\pi}\frac{r^2}{2}d\varphi - \frac{bl}{2apL}(a^2 + p^2)\int_0^{2\pi}d\varphi$$

$$= \frac{bl}{apL}F - \frac{bl}{2apL}(a^2 + p^2)2\pi$$

und

$$F = \frac{apL}{bl}Rv + (a^2 + p^2)\pi \quad (18$$

$$= fn + C.$$

$C = (a^2 + p^2)\pi$ ist der Flächeninhalt eines Kreises, der von dem Fahrstifte beschrieben wird, wenn der Fahrarm senkrecht zum Polarm steht und vom Erfinder Ordinatenkreis genannt wird.

Ist $\alpha < 90°$, so wird die Umdrehungszahl n positiv, für $\alpha = 90°$ wird $n = 0$ und für $\alpha > 90°$ n negativ, so dass allgemein gilt:

$$F = C \pm nf.$$

In einem zweiten Abschnitte sollen die Instrumentalfehler und die Genauigkeit des Präcisions-Polarplanimeters behandelt werden.

Vortrag des Dr. William Siemens,

gehalten zu Southamptom am 22. August 1882.

Wir geben im Folgenden auszugsweise, zum Theil in wörtlicher Uebertragung einen Vortrag wieder, welchen Dr. William Siemens als Präsident der diesjährigen 52. Versammlung der *British Association* gehalten hat, und in welchem in gefälliger und anregender Form die wichtigsten auf der Tagesordnung stehenden technisch-wissenschaftlichen Fragen berührt oder eingehender mit zum Theil neuem oder wenig bekanntem Detail besprochen, und vielfach weite Perspectiven in die Zukunft der Technik eröffnet worden.

Nach einigen einleitenden Worten, die sich auf die *British Association* selbst beziehen, weist der Vortragende darauf hin, dass durch die Fortschritte der letzten fünfzig Jahre Theorie und Praxis von einander so abhängig geworden sind, dass eine innige Verknüpfung zwischen beiden eine absolute Nothwendigkeit für künftige Fortschritte geworden ist. Beispiele hiefür bieten die Kohlentheer-Farben, durch deren Einführung chemische Kenntnisse für den Praktiker zur Nothwendigkeit geworden sind, die Telegraphie, die elektrische Beleuchtung und Kraftübertragung, die metallurgischen Operationen: überall ergeben sich hier Probleme, welche zu ihrer Lösung nicht nur eine genaue empirische Kenntniss, sondern auch ein theoretisches Wissen erfordern. „Auch im Maschinenbau," fährt der Vortragende fort, „genügt die blosse empirische Kenntniss nicht länger mehr, um diejenigen Formen einer Maschine zu finden, welche dem Zwecke am besten entsprechen. Unsere gesteigerte Kenntniss von der Natur der gegenseitigen Beziehungen zwischen den verschiedenen Formen der Energie lässt uns die theoretischen Wirkungsgrenzen klar erkennen, welche, wenn auch nie voll zu erreichen, als die Asymptoten betrachtet werden können, denen sich der hyperbolische Lauf des praktischen Fortschrittes beständig nähert, und die wir niemals aus dem Gesichte verlieren dürfen. Die Fälle sind nicht selten, in welchen die Einführung neuer Constructionsmaterialien oder das Bedürfniss neuer Wirkungen frühere Regeln ganz unbrauchbar macht. In allen diesen Fällen muss praktische Kenntniss Hand in Hand gehen mit der fortgeschrittenen Wissenschaft, soll das verlangte Ziel erreicht werden."

„Fern sei es von mir, von den eifrigen Jüngern der Naturwissenschaften gering zu denken, welche ganz der Forschung hingegeben ihren Gedanken den Eintritt in die Regionen des Utilitarismus und Selbstinteresses verwehren. Diese, die Hohenpriester der Wissenschaft, erfordern unsere äusserste Bewunderung; aber sie sind es nicht, auf welche wir für unseren augenblicklichen Fortschritt in praktischem Wissen blicken können; noch weniger aber ist es der Praktiker, der sich mehr vom Instincte als vom Verstande leiten lässt. Es sind die Männer der Wissenschaft, welche auch auf praktische Fragen ihr Augenmerk richten, und die Praktiker, welche einen Theil ihrer Zeit der Verfolgung von rein wissenschaftlichen Untersuchungen widmen, denen wir den schnellen Fortschritt der jetzigen Zeit verdanken, und die mehr und mehr in eine Classe verschmelzen, der Bahnbrecher im Reiche der Natur. Es



sind solche Männer, wie sie Archimedes verlangt haben muss, als er sich weigerte, seine Schüler die Kunst zu lehren, seine mächtigen ballistischen Maschinen zu construiren, indem er sie ermahnte, ihre Aufmerksamkeit auf die Principien zu richten, welche der Construction zu Grunde liegen, und wie sie wohl vor dem geistigen Auge Telfords, des Gründers der *Institution of Civil Engineers*, schwebten, als er die Technik als die Kunst definirte, den grossen Machtquellen der Natur die Richtung zu geben."

„Diese Erwägungen zeigen uns, dass, wenn sich auch die Männer der abstracten und der angewandten Wissenschaft behufs besserer Verfolgung specieller Ziele in kleinere Gruppen theilen, die Berührungspunkte zwischen den verschiedenen Zweigen des Wissens sich immer vermehren, alle bestrebt, einen mächtigen Baum zu bilden, den Baum der modernen Wissenschaft, unter dessen weitem Schatten seine Pfleger sich mit Vortheil und Vergnügen wenigstens einmal im Jahre gern zusammenfinden. Und wenn man überlegt, dass dieser Baum nicht aus einem Lande allein entspriesst, sondern seine Wurzeln und Zweige weithin erstreckt, so erscheint es wünschenswerth, dass bei diesen jährlichen Zusammenkünften andere Nationen vollständiger vertreten werden, als es bisher der Fall gewesen ist. Die Gegenstände, welche unsere Versammlungen discutiren, sind ohne Ausnahme von allgemeinem Interesse; aber manche von ihnen haben einen internationalen Charakter, z. B. die systematische Sammlung von magnetischen, astronomischen, meteorologischen und geodätischen Beobachtungen, die Schaffung eines einheitlichen Codex für Flaggen- und Lichtsignale zur See und besonders die Festsetzung von wissenschaftlichen Nomenclaturen und Maasseinheiten: alles Dinge, für welche eine internationale Uebereinstimmung von der höchsten praktischen Bedeutung ist."

„Was die Längen- und Gewichtsmaasse betrifft, so muss man bedauern, dass England noch der Bewegung fernsteht, welche in Frankreich gegen den Schluss des letzten Jahrhunderts begann; aber da das metrische Maass bei wissenschaftlichen Arbeiten jetzt ganz allgemein angenommen ist, und da sein Gebrauch auch bei uns schon legalisirt ist, so wage ich zu hoffen, dass seine allgemeine Annahme für Handelszwecke sich bald ergeben wird. Die praktischen Vortheile eines solchen Maasses für den Handel Englands würden meiner Ueberzeugung nach sehr grosse sein, denn viele englische Waaren, wie z. B. Maschinen oder Metall, welches nach einem bestimmten Profile gewalzt ist, sind jetzt wegen des Maasses, welches bei ihrer Erzeugung verwandt wird, gänzlich vom continentalen Markte ausgeschlossen. Das Haupthinderniss für die Annahme des Meters besteht in dem sonderbaren Widerspruche, dass es zwar gesetzlich ist, dieses Maass im Handel zu gebrauchen, und auch eine Copie des Normalmeters sich in der Maass-Abtheilung des *Board of Trade* befindet, dass es aber unmöglich ist, sich beglaubigte Stäbe zu besorgen, welche dasselbe darstellen, und dass ein nicht beglaubigtes Maass im Handel zu gebrauchen unerlaubt ist. Wäre es nicht wünschenswerth, dass die British Association sich bemühte, den Gebrauch des Meters und des Kilogramms in diesem Lande einzuführen und zunächst darum petitionirte, dass die Regierung sich in der Internationalen Meter-Commission vertreten lasse, deren Bureau durch sein bewundernswerth eingerichtetes Laboratorium zu Sèvres, abgesehen von den praktischen Arbeiten, eine hohe wissenschaftliche Bedeutung für die Entwickelung der Methoden der Präcisionsmessung besitzt."

„Den genauen Maassen für Länge, Gewicht und Zeit zunächst an Wichtigkeit für die Zwecke der modernen Wissenschaft stehen die Maasse für Elektricität."

„Die bemerkenswerth scharfen Grenzen, welche Leiter der Elektricität von Nichtleitern und magnetische Körper von nichtmagnetischen scheiden, setzen uns in den Stand, elektrische Grössen und Wirkungen mit grosser Schärfe zu messen; und obgleich die letzte Natur dieser, der zuletzt wissenschaftlich erforschten, Form der Energie noch in Dunkelheit gehüllt ist, sind ihre Gesetze sehr gut bekannt, und ihre Messinstrumente (Galvanometer, Elektrometer und Magnetometer) gehören zu den genauesten der Physik. Auch kann kein Zweig der

Wissenschaft oder Industrie genannt werden, in welchem nicht elektrische Erscheinungen eine wichtige Rolle spielen."

Der Vortragende giebt nun eine kurze Uebersicht über die Geschichte der elektrischen Einheiten und schlägt vor, den vom internationalen elektrischen Congress zu Paris angenommenen fünf Einheiten noch vier weitere zuzufügen. Ferner schlägt er vor, an Stelle der Caloric, der Wärmemenge, welche die Maasseinheit Wasser um 1° erwärmt, eine neue Wärmeeinheit einzuführen, und zwar die Wärme, welche durch einen Strom von 1 Ampère Stärke in dem Widerstande von 1 Ohm in der Secunde erzeugt wird; der Name für die neue Einheit soll „Joule" sein.

Der Vortragende berichtet weiter über neu ausgeführte Bestimmungen der Quecksilbereinheit in der Einheit der British Association und in absolutem Maasse durch Lord Rayleigh und die Herren Glazebrook, Dodds und Sargant, welche in guter Uebereinstimmung unter einander und mit den Bestimmungen von Dr. Werner Siemens stehen. Die Unterschiede treten erst in der vierten Decimalstelle auf.

Ferner weist derselbe auf vier Methoden zur Bestimmung des Ohms hin, welche neuerdings von Prof. E. Wiedemann in Leipzig discutirt sind.

„Das Wort Energie" fährt der Vortragende fort, „wurde in einem wissenschaftlichen Sinne zuerst von Young gebraucht und entspricht einem neuen Begriffe, welcher das Resultat der Arbeiten von Carnot, Mayer, Joule, Grove, Clausius, Clerk-Maxwell, Thomson, Stokes, Helmholtz, Macquorn-Rankine und anderen Gelehrten ist, welche für die Wissenschaft in Bezug auf die Kräfte in der Natur das vollendet haben, was wir in der Chemie Lavoisier, Dalton, Berzelius, Liebig und Anderen verdanken. In diesem kurzen Worte „Energie" finden wir alle Kraftäusserungen in der Natur einbegriffen, Elektricität, Wärme, Licht, chemische und dynamische Wirkungen in gleicher Weise repräsentirt, welche alle, um Dr. Tyndalls passenden Ausdruck zu gebrauchen, nur ebensoviele Arten der Bewegung bilden. Man wird leicht begreifen, dass, sobald zwischen diesen verschiedenen Arten der Bewegung ein festes numerisches Verhältniss aufgestellt ist, von vorn herein bekannt ist, welches äusserste Resultat möglicherweise erreicht werden kann, wenn eine Form der Energie in eine andere umgewandelt werden soll, und in welchem Grade unsere Apparate, welche die Umwandlung bewirken, unzulänglich sind. Der Unterschied zwischen dem äussersten theoretischen und dem wirklich erreichten Effecte wird gewöhnlich „Verlust" genannt; aber da Energie unzerstörbar ist, repräsentirt er in Wirklichkeit Nebeneffecte, die nicht in unserer Absicht liegen. Beispielsweise entspricht die Reibung in den arbeitenden Theilen einer Maschine einem Verluste an mechanischer Wirkung, aber einem Gewinn an Wärme; und in gleicher Weise wird der Verlust bei der Uebertragung von elektrischer Energie von einem Punkte zum andern durch die in dem Leiter erzeugte Wärme erklärt. Häufig entspricht es unserer Absicht, die Umsetzung von elektrischer in Wärme-Energie an gewissen Stellen des Stromes zu vermehren, indem die Wärmestrahlen sichtbar werden können und das elektrische Licht ergeben. Unterbricht man einen Leiter, in dem ein Strom kreist, auf einer kurzen Strecke, so wird ein grosser örtlicher Widerstand hervorgerufen, welcher einen elektrischen Bogen erzeugt, die höchste Entwicklung von Hitze, die je erreicht ist. Die Tonschwingungen sind eine andere Form des Energieverlustes; aber wer wollte sie einen Verlust nennen, wenn sie von der Violine eines Joachim oder von einer Norman-Neruda hervorgehen?"

„Elektricität ist die Form der Energie, welche am besten geeignet ist, um eine Wirkung von einem Orte zum andern zu übermitteln; der elektrische Strom geht durch gewisse Substanzen, die Metalle, mit einer Geschwindigkeit, welche nur begrenzt ist durch den verzögernden Einfluss, welchen die elektrische Ladung der umgebenden Dielektrica ausübt, die sich aber wahrscheinlich unter günstigen Umständen der Geschwindigkeit der Wärme- und der Lichtstrahlen, oder von 300 000 km pro Secunde nähert. Dagegen geht sie nicht durch Oxyde, Glas, Gummi, und durch Gase nur, wenn dieselben sehr verdünnt sind. Es ist daher



leicht, den elektrischen Strom einzugrenzen und ihn durch enge Canäle von ausserordentlicher Länge zu schicken. Der leitende Draht eines atlantischen Kabels ist solch ein enger Canal; er besteht aus einem Kupferdraht oder Drahtbündel von 5 mm im Durchmesser und beinahe 5000 km Länge, elektrisch begrenzt durch eine Guttapercha-Umhüllung, von etwa 4 mm Dicke. Die Elektricität einer kleinen galvanischen Batterie zieht den langen Weg nach Amerika in diesem gut leitenden Canal und zurück durch die Erde dem kurzen Wege durch das 4 mm dicke isolirende Material vor. Bei einem verbesserten Arrangement vollenden die alternirenden Ströme, mit welchen auf langen submarinen Kabeln gearbeitet wird, in Wirklichkeit nicht den ganzen Kreislauf, sondern verlieren sich in einen Condensator auf der Empfangs-Station, nachdem sie ihre äusserst kleine, aber sichere Wirkung auf das empfangende Instrument, den schönen Syphon-Schreiber von Sir William Thomson, geübt haben. So vollkommen ist der Canal und so sicher ist die Wirkung des übermittelnden und empfangenden Instruments, dass gleichzeitig zwei Systeme elektrischer Zeichen durch dasselbe Kabel in entgegengesetzten Richtungen gehen können und unabhängig von einander an beiden Enden Zeichen geben. Durch die Anwendung dieser Duplex-Methode auf das directe Vereinigte-Staaten-Kabel unter Leitung des Dr. Muirhead vergrösserte sich die Schnelligkeit der Uebermittelung von 25 auf 60 Worte in der Minute, was etwa 12 einfachen Zeichen in der Secunde entspricht. Man darf sich indessen nicht vorstellen, dass bei der Uebermittelung dieser Stromimpulse gleichzeitig von den beiden Enden der Linie dieselben nach Art von Flüssigkeitswellen, die zu verschiedenen Systemen gehören, fortschreiten; solch eine Vorstellung würde eine Trägheit der elektrischen Flüssigkeit voraussetzen, und obgleich das Resultat einem solchen Vorgange analog ist, so beruht dasselbe auf gänzlich verschiedenen Ursachen, nämlich darauf, dass, wenn an einem Ende ein Localstrom in Wirkung tritt, sofort automatisch zwei ähnliche Ströme von beiden Enden in die Linie geschickt werden. Durch Ausdehnung dieses Princips ist eine Quadruplex-Telegraphie ermöglicht worden, freilich nicht für lange submarine Kabel.“

Der Vortragende bespricht nun das Wunder unserer Tage, das Telephon, und die durch Induction benachbarter Leitungen verursachten Störungen bei Anwendung derselben. Um solche Störungen zu vermeiden, müssen die Telephondrähte in der Luft in ziemlicher Entfernung von Telegraphendrähten und an besonderen Pfosten befestigt werden. Ein anderer Weg, die Störung aufzuheben, besteht darin, zwei von einander isolirte Telephondrähte zusammenzudrehen und die beiden Drähte unter Ausschluss der Erde als Stromkreis zu benützen. In diesem Falle wirken auf den Strom in den beiden Drähten gleiche, aber entgegengesetzte Störungen, welche sich daher gegenseitig aufheben. Da diese Einrichtung einen vermehrten Kostenaufwand bedingt, so hat neuerdings Mr. Jacob einen Plan entworfen, Paare von solchen metallischen Stromkreisen wieder in separat wirkende Paare zu zerlegen, wobei die Gesammtzahl der Telephone, mit denen ohne Störung gearbeitet werden kann, gleich der Gesammtzahl der angewandten Drähte ist. Mit Telephonen und Telegraphen im metallischen Stromkreise zu arbeiten, hat den weiteren Vortheil, dass die gegenseitige Induction zwischen den hin- und herlaufenden Strömen die Uebermittelung begünstigt und den verzögernden Einfluss der Ladung bei unterirdischen und unterseeischen Leitern neutralisirt. Diese Bedingungen sind besonders günstig bei unterirdischen Linien, welche vor dem noch vorherrschenden oberirdischen Systeme andere wichtige Vortheile besitzen, da sie durch atmosphärische Elektricität, durch Stürme und Hagelgewitter nicht afficirt werden, die uns nicht selten in die vortelegraphischen Tage zurückversetzen, als der Briefträger unser schnellste Bote war.

Nach einigen weiteren Bemerkungen über die Geschichte der unterirdischen Telegraphenleitungen bespricht der Vortragende die Anwendung der Elektricität zur Transmission von Kraft an Stelle der früher angewandten Luft-, der hydraulischen und der Seil-Transmission. Bei der Umwandlung der elektrischen in mechanische Energie findet kein anderer Verlust als durch Reibung und Erhitzung der Drähte statt, und dieser Verlust überschreitet bei den



eigentlichen dynamo-elektrischen Maschinen nach Dr. John Hopkinson nicht 10 pCt. und dürfte nach des Vortragenden Versuchen noch geringer ausfallen können. Bleibt man aber bei Dr. Hopkinson's Bestimmung stehen und nimmt dasselbe Verhältniss bei der Wiederverwandlung des Stromes in mechanische Leistung an, so resultirt ein Gesammtverlust von 19 pCt. Dazu kommt noch der Verlust durch den elektrischen Widerstand in den Drahtleitungen, der von der Länge und Leitungsfähigkeit derselben abhängt, und der Verlust, welcher durch die Reibung der arbeitenden Theile der Maschine verursacht wird. Nimmt man diese Verluste gleich dem oben angegebenen inneren Verlust bei der doppelten Verwandlung an, so bleibt ein Nutzeffect von 62 pCt., in guter Uebereinstimmung mit experimentellen Resultaten; doch darf man in der wirklichen Praxis augenblicklich nicht mit Sicherheit auf mehr als 50 pCt. rechnen.

„Beim Gebrauche von comprimirter Luft oder Wasser zur Kraftübertragung beträgt der Verlust mindestens 50 pCt. und wächst mit der Entfernung schneller als bei Benutzung der Elektricität. Setzt man aber auch den Verlust in allen Fällen gleich 50 pCt., so bietet die elektrische Transmission noch immer den Vortheil, dass ein isolirter Draht dieselbe Arbeit überträgt, wie eine Röhre, die einen hohen inneren Druck aushalten kann, während letztere in der Anschaffung und Erhaltung weit kostspieliger ist. Freilich braucht man einen zweiten metallischen Leiter, um den Strom zu schliessen, da die Leitungsfähigkeit der Erde allein in Folge der Polarisations-Widerstände für mächtige Ströme unzuverlässig ist; da aber dieser zweite Leiter nicht isolirt zu werden braucht, so können dazu Wasser- oder Gasröhren, Eisenbahnschienen oder Zaundrähte benützt werden; der kleine Raum, welchen der Elektromotor in Anspruch nimmt, sein schneller Gang, das Fehlen von unbequemen Producten machen ihn besonders geeignet zur allgemeinen Vertheilung von Kraft für Krähne und leichtere Maschinen jeder Art. Ein Verlust des Nutzeffectes von 50 pCt. steht solchen Anwendungen nicht im Wege; denn man muss erwägen, dass eine mächtige Central-Dampfmaschine bester Construction mit einem Kohlenverbrauche von zwei Pfund für die Pferdekraft pro Stunde arbeitet, während kleine, über einen Bezirk vertheilte Maschinen nicht weniger als fünf verbrauchen würden; es bleibt also noch ein Vortheil zu Gunsten der elektrischen Transmission in Bezug auf das Brennmaterial, abgesehen von der Ersparniss an Arbeit und anderen gleichzeitigen Vortheilen.“

„Für den Ackerbau scheint die elektrische Kraftübertragung wohl geeignet, um die verschiedenen Arbeiten auf Hof und Feld von einem Centrum aus zu bewirken. Da ich selbst ein solches System, verbunden mit elektrischer Beleuchtung und Gartenbau, seit zwei Jahren erprobt habe, so kann ich mit Zuversicht von seiner Billigkeit und von der Leichtigkeit sprechen, mit welcher die Arbeit von ungeübten Personen ausgeführt wird.“

„Bezüglich der Wirkung des elektrischen Lichtes auf die Vegetation ist dem, was ich in meiner Vorlesung vor einem Jahre berichtet habe, nur hinzuzufügen, dass beim Experimentiren mit Weizen, Gerste, Hafer und anderen Getreidearten, die in freiem Felde gesät waren, ein wesentlicher Unterschied zwischen dem Wuchse von Pflanzen vorhanden war, auf die elektrisches Licht wirkte oder nicht. Der ausgesprochene Unterschied trat erst gegen Ende Februar ein, als beim ersten Eintritt von mildem Wetter die Pflanzen, welche sich unter dem Einflusse einer elektrischen Lampe von 4000 Kerzen, etwa fünf Meter über der Erdoberfläche, befanden, sich mit äusserster Schnelligkeit entwickelten, so dass sie Ende Mai vier Fuss hoch in voller Blüthe standen, während die nicht belichteten Pflanzen zwei Fuss hoch und noch nicht geschosst waren.“

Der Vortragende bespricht weiter die verschiedenen Arten der zuerst von Dr. Werner Siemens construirten elektrischen Eisenbahn und die Vortheile, welche sie in vielen Fällen besitzt, ohne zu glauben, dass sie augenblicklich die Locomotive auf den gewöhnlichen Bahnen ersetzen kann.

„Die Fällung von Metallen aus ihren Lösungen ist vielleicht die älteste der praktischen



Anwendungen des elektrischen Stromes; aber erst in den neuesten Zeiten wurde der Strom der Dynamo-Maschine im Grossen zur Raffinirung von Kupfer und anderen Metallen verwandt, wie es jetzt zu Birmingham und an anderen Orten und in besonders grossem Maassstabe zu Ocker in Deutschland geschieht. Die zu Ocker angewandte Dynamo-Maschine von Dr. Werner Siemens befand sich auf der Pariser elektrischen Ausstellung; die Leiter auf der rotirenden Armatur derselben bestanden aus massiven Kupferbarren von 30 qmm Querschnitt, die nur gerade genügend waren, um die grosse Elektricitätsmenge von geringer Spannung, die bei dieser Operation gebraucht wird, zu übermitteln. Eine solche mit vier Pferdekräften betriebene Maschine schlägt etwa 300 Kilogramm Kupfer in 24 Stunden nieder. Betrieben wird die Maschine zu Ocker durch Wasserkraft."

Für Heizzwecke ist der elektrische Strom nur bei sehr hohen Temperaturen mit Vortheil zu verwenden; hier besteht sein Hauptvortheil in dem scheinbar unbegrenzten Grade der erreichbaren Hitze. In einem elektrischen Ofen hat man Wolfram und in Zeit von 20 Minuten 8 Pfund Platin schmelzen können.

In Bezug auf die Anwendung des elektrischen Lichtes will sich der Vortragende auf einige kurze Bemerkungen beschränken. Er berechnet, dass, während in dem elektrischen Lichtbogen etwa $^1/_3$ der aufgewandten Kraft in Form von leuchtenden Strahlen auftritt, bei den Glühlichtlampen nur etwa $^1/_{27}$ der aufgewandten Energie Licht liefert. „Diese Resultate", fährt er fort, „sind nicht nur von augenscheinlichem praktischen Werthe, sondern aus ihnen scheint ein festes Verhältniss zwischen Stromstärke, Temperatur und erzeugtem Licht hervorzugehen, welches als Mittel dienen könnte, um Temperaturen, die den Schmelzpunkt des Platins überschreiten, mit grösserer Genauigkeit zu bestimmen; als es bisher durch aktinometrische Methoden geschehen konnte, bei denen die Dicke der leuchtenden Atmosphäre nothwendig einen störenden Einfluss ausüben muss. In Folge dieses Umstandes ist wahrscheinlich die Temperatur des elektrischen Bogens ebenso wie die der Sonnen-Photosphäre häufig stark überschätzt worden. Der Hauptvorzug des elektrischen Lichtes liegt in dem Mangel an Verbrennungsproducten, die nicht nur die erleuchteten Räume erhitzen, sondern Kohlensäure und schädliche Schwefelverbindungen an Stelle des Sauerstoffes liefern, auf welchem die Athmung beruht. Das elektrische Licht ist weiss statt gelb und setzt uns daher in den Stand, Gemälde, Stoffe und Blumen wie am Tage zu sehen. Es befördert das Wachsen der Pflanzen statt sie zu vergiften, und mit Hülfe desselben können wir photographiren und manch andere Industrieen eben so gut bei Nacht wie am Tage ausüben. Der häufig gegen das elektrische Licht erhobene Vorwurf, dass es von der beständigen Bewegung von Dampf- oder Gasmaschinen abhänge, welche einem zufälligen Stillstehen unterworfen sind, ist durch die Einführung der Secundärbatterien in die Praxis hinfällig gemacht, die zwar keine neue Erfindung, neuerdings aber in Bezug anf Kraft und Constanz durch Planté, Faure, Volckmar, Sellon und Andere sehr verbessert sind und für die Elektricität das zu werden versprechen, was der Gasometer für die Anwendung des Gases und der Accumulator für die hydraulische Transmission geworden ist."

Der Vortragende zweifelt daher nicht daran, dass das elektrische Licht dem Gas bei der Erleuchtung von Zeichen- und Speisesälen, Theatern und Concerthäusern, Museen, Kirchen, Waarenlagern, Ausstellungsräumen, Druckereien, Fabriken, Kajüten und Maschinenräumen der Passagierdampfer selbst bei grösseren Kosten vorgezogen werden wird. „In der billigeren und mächtigeren Form des elektrischen Bogens hat es seine Ueberlegenheit über jede andere Beleuchtung bewiesen, um Tageshelle über die grossen Räume von Häfen, Eisenbahnstationen und grosse Arbeitsräume zu verbreiten. In eine Laterne gesetzt, ist die elektrische Lampe schon ein mächtiges Hülfsmittel zur Ausführung militärischer Operationen zu Wasser und zu Lande geworden."

Die natürlichen Kraftquellen der Natur, die Wasserfälle, die Gezeiten, der Wind, auf welche schon vor fünf Jahren der Vortragende und später Sir William Thomsom hingewiesen hat, können zur Unterhaltung des elektrischen Lichtes dienen.

„Die Vortheile des elektrischen Lichtes und der elektrischen Kraftvertheilung sind neuerdings durch die Britische Regierung erkannt worden, welche soeben ein Gesetz durch das Parlament gebracht hat, um die Einrichtung von elektrischen Leitungen in Städten zu erleichtern und die Interessen des Publikums und der Localbehörden zu wahren. Nimmt man an, dass die Kosten des elektrischen Lichtes praktisch dieselben sind wie die des Gases, so wird die Anwendung des einen oder des anderen in jedem Falle von Nebenumständen abhängen; aber ich möchte glauben, dass der Gasbeleuchtung die Freundschaft des armen Mannes bleiben wird.“

„Die Anwendung des Gases ist von äusserstem Werthe für den Handwerker; es fordert kaum einige Aufmerksamkeit, wird zu festgesetzten Preisen geliefert und giebt neben dem Lichte eine angenehme Wärme, welche oft ein besonderes Feuer erspart. Die Zeit ist, meine ich, nicht fern, in der sowohl Reich als Arm in weiter Ausdehnung zu dem Gas greifen werden als dem bequemsten, reinlichsten und billigsten Brennmaterial, und in der man die rohe Kohle nur noch in den Bergwerken und Gasanstalten sehen wird. Falls die zu versorgende Stadt innerhalb vielleicht 30 engl. Meilen vom Kohlenbergwerke liegt, dürften die Gasanstalten mit Vortheil über oder noch besser in den Schacht gelegt werden, wodurch alle Transportkosten des Brennmaterials vermieden werden, und wobei das Gas durch den Auftrieb von der Tiefe des Bergwerks einen Ueberdruck erlangen würde, der wahrscheinlich genügen würde, um es zu seinem Bestimmungsorte zu bringen. Die Möglichkeit, Brenngas durch Röhren in eine solche Distanz zu leiten, ist in Pittsburg bewiesen, wo natürliches Gas aus dem Oelbezirke in grosser Menge in Gebrauch kommt.“

„Der Umstand, dass die Gasgesellschaften so lange gleichsam im Besitz eines Monopols waren, hat die unausbleibliche Folge gehabt, Fortschritte aufzuhalten. Da das Gas nach Maass geliefert wird, so lag es nicht im Interesse der Gesellschaften, ihm eine höhere Leuchtkraft zu geben und die Erfindung von Sparbrennern zu befördern, sondern vielmehr einen möglichst grossen Verbrauch zu erzielen. Die Anwendung des Gases für Heizzwecke wurde nicht befördert und sogar erschwert in Folge der verwerflichen Praxis, den Druck in den Leitungen während des Tages auf dem niedrigsten Betrage zu halten, der möglich ist, ohne dass Luft in die Leitungen eindringt. Die Einführung des elektrischen Lichtes hat die Gasdirectoren davon überzeugt, dass eine solche Politik sich nicht länger aufrecht erhalten lässt, dass man vielmehr den technischen Fortschritten entgegenkommen muss. Neue Methoden für billigere Production und für Herstellung eines reineren Gases von grösserer Leuchtkraft sind ausgiebig in dem *Gas Institute* discutirt; verbesserte Brenner, welche an Helligkeit mit dem elektrischen Lichte rivalisiren, fallen uns angenehm in die Augen, wenn wir unsere Hauptstrassen entlang gehen.“

Der Vortragende giebt weiter eine Uebersicht über die Entwickelung der Industrien, welche auf der Verwendung der Nebenproducte der Gaswerke beruhen, und weist auf die in Aussicht stehende weitere Entwickelung durch die von Prof. Baeyer erfundene Herstellung von künstlichem Indigo hin. Den Gesammtwerth der Nebenproducte von Gasanstalten schätzt er wie folgt:

Farben	3 350 000	Pfd. St.
Ammoniumsulfat	1 947 000	„
Pech	365 000	„
Creosot	208 000	„
Rohe Carbolsäure	100 000	„
Coaks (nach Abzug der in den Gasanstalten selbst verbrauchten Mengen)	2 400 000	„
Summa	8 370 000	Pfd. St.

Da der Gesammtwerth der verbrauchten Kohlen zu 5 400 000 Pfund geschätzt werden kann, so würden die Nebenproducte der Gaswerke den Werth der verwandten Kohlen um nahe 3 Millionen übersteigen. Beim directen Gebrauch der Kohle zur Heizung geht nicht nur

diese Summe verloren, sondern es treten ausserdem alle die unangenehmen Folgen der unvollkommenen Verbrennung der Kohle auf, wie sie sich namentlich in den Londoner Nebeln zeigen. Der Vortragende bespricht die verschiedenen zur Gewinnung von besonderem Heizgas vorgeschlagenen Methoden und glaubt, dass es am vortheilhaftesten sein wird, die Retorten in den verschiedenen Stadien des Verfahrens mit zwei verschiedenen Gasometern für Heiz- und Beleuchtungsgas in Verbindung zu setzen; ferner weist er auf verschiedene Verbesserungen, deren der Process der Gasgewinnung fähig ist, hin. Eine solche Trennung der Gewinnung von Heiz- und Leuchtgas würde Gas zu der billigsten und besten Form des Brennmaterials machen und andererseits die Güte des eigentlichen Leuchtgases wesentlich verbessern. Er bespricht ferner die Vortheile, welche die Verbesserung der Gasbrenner gewähren muss, da die Leuchtkraft der Flamme wesentlich von der Temperatur derselben abhängt. Mit Hülfe des Regenerativsystems kann man die Temperatur der Flamme der Dissociationsgrenze des Gases von etwa 2300° nahe bringen und so ein Licht erreichen, das dem elektrischen nichts nachgiebt.

Was die Heizungs-Einrichtungen betrifft, so zieht er den englischen Kamin dem auf dem Continent gebrauchten Ofen vor. Die strahlende Hitze des ersteren erwärmt direct die Wände des Raumes, während die Luft kühl bleibt; der Ofen erwärmt zunächst die umgebende Luft, aus der sich dann bei Berührung mit den kalten Wänden des Raumes Wasser niederschlägt: aus diesem Grunde merkt man sofort beim Eintritt in ein Zimmer, auf welche Weise dasselbe erwärmt ist.

Auch bei der Erzeugung von mechanischer Kraft wäre nach dem Vortragenden die Anwendung von Gas der directen Verbrennung der Kohle vorzuziehen. Bei einer Gasexplosionsmaschine ist der in Arbeit umgewandelte Theil der Wärme theoretisch gleich $^1/_2$ zu setzen und wird durch Reibung und Strahlung in der Maschine auf etwa ein Viertel herabgedrückt, während die besten Dampfmaschinen bei Berücksichtigung der Verluste nicht mehr als ein Siebentel der aufgewandten Wärme in mechanische Energie verwandeln. Die der Construction grosser Gasmaschinen noch entgegenstehenden Hindernisse dürften zu überwinden sein, und in nicht zu langer Zeit wird vielleicht in den Maschinen unserer Fabriken und Dampfer der gefahrvolle Dampfkessel durch Gasretorten ersetzt und der Kohlenverbrauch auf ein Pfund für Stunde und Pferdekraft herabgemindert sein. Der Vortragende bespricht eingehend an der Hand statistischer Daten die grossen Vortheile, welche eine solche Aenderung für die Sicherheit und Billigkeit der Schifffahrt bieten würde.

Die ferneren Gegenstände, welche der Vortragende zum Theil ziemlich ausführlich bespricht, können hier nur kurz aufgezählt werden. Fortschritte im Schiffbau sind namentlich durch Anwendung von weichem Stahl herbeigeführt. Eine Statistik der im Bau begriffenen englischen Schiffe zeigt das starke Ueberwiegen der grossen Dampfer über Segelschiffe und kleinere Dampfer. Die Untersuchungen und Publicationen der Admiralität und des hydrographischen Amtes, die von Sir William Thomson erfundenen Instrumente, sein Fluthmesser, sein Compass, seine beiden Formen des Lothes, bieten wesentliche Hülfsmittel für die Schifffahrt. Mit Hülfe einer guten Karte wird man durch Lothungen allein die Lage des Schiffes bestimmen und Unglücksfälle, wie das Scheitern des Dampfers Mosel, vermeiden können. „Ob es je ausführbar sein wird, Oceantiefen ohne Loth mit Hülfe eines Instrumentes, das Schweredifferenzen misst, zu bestimmen, ist ungewiss; die bisher mit einem solchen Instrumente (dem Bathometer des Vortragenden) erhaltenen Resultate sind ermuthigend, doch ist seine Anwendung bei bewegter See unmöglich."

Von den grossen Unternehmungen der Neuzeit werden besprochen der Bau des Panama-Canals und der Schiffseisenbahn, das Project der Ueberfluthung eines Theils der Sahara, der Neubau des Eddystone'schen Leuchtthurmes, die Vollendung des St. Gotthard-Tunnels, der Tunnel unter dem Canal, die neuen Brückenbauten über Meeresarme.

Ferner weist der Vortragende auf Abel's Untersuchungen über die Structur des Stahls

und ausführlich auf die Untersuchungen über Schiesspulver, Schiessbaumwolle und ähnliche Substanzen hin. Die Volumenänderungen von Körpern durch Ladung mit Elektricität werden erwähnt und ausführliche Mittheilungen über die durch den galvanischen Strom in stark verdünnter Luft erzeugten Erscheinungen gemacht. Die diesbezüglichen Resultate des Dr. Spottiswoode geben dem Vortragenden Anlass, darin eine Bestätigung seiner Theorie über die Ursachen der Erhaltung der Sonnenenergie zu sehen, welche auch durch neuere Sonnenbeobachtungen unterstützt werden.

Mit einem nochmaligen Hinweise auf die Verknüpfung aller Zweige des Wissens und der Aufforderung zur Arbeit schliesst der Vortragende seinen reichhaltigen Vortrag. *T.*

Neu erschienene Bücher.

J. M. Edler, *Ausführliches Handbuch der Photographie. 3. Heft: Die photographischen Objective, ihre Eigenschaften und Prüfung.* W. Knapp, Halle a/S., 1882. 341 S. M. 2,40.

Mittheilungen *der internationalen Polarcommission. 2. Heft.* St. Petersburg, 1882.

J. R. Boysmann, *Lehrbuch der Physik für Gymnasien, Realschulen etc. 4. Aufl.* Düsseldorf, Schwann, 1882.

Procès-Verbaux *des séances de 1881 du comité international des poids et mesures.* Paris, Gauthier-Villars, 1882. 136 S.

F. Rosenberger, *Die Geschichte der Physik. 1. Theil (Alterthum und Mittelalter).* Braunschweig, Vieweg & Sohn, 1882. M. 3,60.

A. Trappe, *Schul-Physik.* Breslau, Hirt. 312 S. M. 3.

F. Weyde, *Anleitung zur Herstellung von physikalischen und chemischen Apparaten.* Wien, Sallmayer. M. 2,60.

P. A. Bolley, *Handbuch der chemischen Technologie. 33. und 34. Lieferung.* Braunschweig, Vieweg & Sohn. M. 16.

A. H. Church, *The Laboratory Guide.* London, Van Voorst. M. 6,50.

G. Meissner, *Die Kraftübertragung auf weite Entfernungen.* Jena, Costenoble. M. 3.

A. Schell, *Der Einschneide-Transporteur von V. v. Reitzner.* Wien, Seidel & Sohn. M. 0,80.

A. Heller, *Geschichte der Physik. 1. Band. Von Aristoteles bis Galilei.* Stuttgart, Encke, 1882. 411 S. M. 9.

A. Beer, *Einleitung in die höhere Optik.* Bearbeitet von V. v. Lang. Braunschweig, Vieweg & Sohn, 1882. M. 9.

A. H. Klauser, *Die Vermessungskunde (Praktische Geometrie).* Reichenberg, Schöpfer. M. 2,40.

R. Clausius, *Ueber die verschiedenen Masssysteme zur Messung elektrischer und magnetischer Grössen.* Leipzig, Barth. M. 0,60.

A. Crova, *Rapport sur les experiences faits à Montpellier pendant l'année 1881, par la Commission des appareils solaires.* Montpellier, Boehm & fils.

Congrès *international des électriciens en 1881. Compte rendu des travaux publié par ordre du gouvernement.* Paris, Masson. M. 9,60.

V. Hoskiaer, *Guide des épreuves électriques à faire sur les cables télegraphiques.* Paris, Masson. M. 4.

Jamin et Bouty, *Cours de physique de l'École polytechnique. T. 3.* Paris, Gauthier-Villars. M. 16.

J. Petersen, *Lehrbuch der Statik fester Körper.* Kopenhagen, Höst & Sohn. M. 3,60.

Siemens und Halske's *Katalog E. Elektrische Maschinen und Zubehör.* Berlin, Springer. M. 2.

F. Hohmann, *Beschreibung, Theorie und Gebrauch des Präcisions-Polarplanimeters.* Erlangen, Deichert. M. 2.

F. Elnser, *Die Metalle und deren Verarbeitung.* Halle, Knapp. M. 3.

Karmarsch und Heeren's *technisches Wörterbuch. 3. Aufl. 56. Lieferung.* Prag, Haase. M. 2.

Journal- und Patentlitteratur.

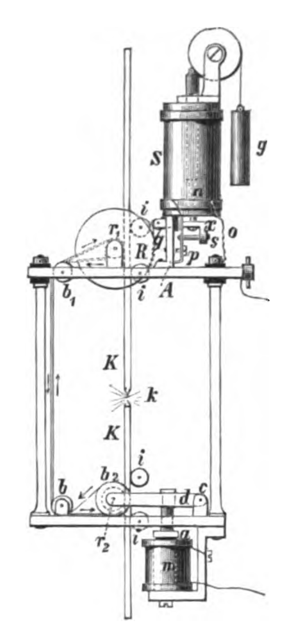
Neuerungen an elektrischen Lampen.

Von L. Scharnweber in Karlsruhe. D. R. P. 16298 v. 9. Febr. 1881. Kl. 21.

Der Zweck dieser Neuerungen ist einestheils die Erhaltung des Lichtbogens an ein- und derselben Stelle und anderentheils die Möglichkeit, lange Kohlenstäbe zu verwenden, um eine lange



Brenndauer der Lampe zu erzielen. Die Kohlenstäbe K werden von je drei Frictionsrollen iir und iir_2 gehalten. Das Herabziehen des unteren Kohlenstiftes zur Bildung des Lichtbogens bewirkt ein in den Lampenstromkreis eingeschalteter Elektromagnet von geringem Widerstand, dessen Anker a an dem die untere Frictionsrolle r_2 tragenden Hebel d befestigt ist. Das Nachschieben beider Kohlenstäbe bewirkt das in einem Nebenschluss no eingeschaltete Solenoid S, dessen Kern durch ein über einer Rolle hängendes Gegengewicht g beeinflusst wird. Wird beim Abbrennen der Kohlen der Widerstand im Lampenstromkreis zu gross, so wirkt das Solenoid einziehend auf seinen Kern, und hierbei schiebt die an einem Queram des Kernes befestigte Klinke g das mit der oberen Frictionsrolle r_1 auf einer Axe sitzende Sperrrad R um einige Zähne rückwärts. An dieser Drehung nimmt auch die auf derselben Axe sitzende Schnurscheibe b_1 Theil, und durch die über Rollen b geführte Schnur ohne Ende wird auch die untere Schnurscheibe b_2 gedreht, welche entsprechend dem ungleichen Abbrennen der Kohle einen doppelt so grossen Durchmesser hat wie b_1. Beim Einziehen des Kerns in das Solenoid wird aber gleichzeitig dem federnden Contact p durch Herableiten des Stiftes s in einem Schlitz von p gestattet, das isolirte Contactstück x zu verlassen, wodurch der Nebenschluss no unterbrochen und der Kern vom Gewicht wieder aus S herausgezogen wird, ohne dass die Stellung der Kohlenstifte k beeinflusst wird. Beim Heben des Kerns drückt der Stift s, in dem Schlitz von g aufgleitend, diesen Contact wieder auf x, worauf das Solenoid wieder eingeschaltet ist und man die Kohlen einander abermals nähern kann, sobald der Widerstand zu gross wird.



Das Keil-Photometer.

Von Prof. E. C. Pickering. Amer. Acad. of Arts and Sciences. 1882. Mai 10. The Nature 1882. Juli 13. Observatory 1882. August.

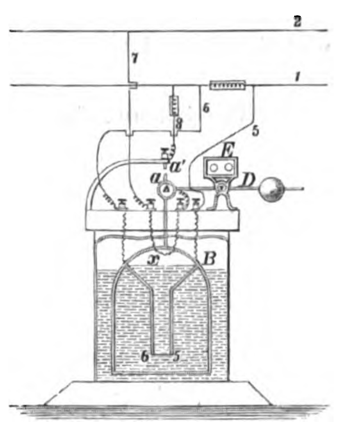
Prof. Pickering theilt eine sinnreiche Modification des von Prof. Pritchard angegebenen Keil-Photometers mit. Das letztere besteht aus einem keilförmigen Stück dunklen Glases, welches in dem Felde eines Fernrohres beweglich angebracht ist, sodass das Bild eines Sternes nach Belieben durch das dicke oder dünne Ende des Keils gesehen werden kann; die genaue Stellung des Keils wird mittels einer Scale bestimmt. Um die Lichtstärke eines Sternes zu bestimmen, wird das Sternbild in die Mitte des Gesichtsfeldes gebracht und nun der Keil vom dünnen nach dem dicken Ende so lange verschoben, bis das Sternbild verschwindet; die Stellung des Keils wird dann an der Scale abgelesen. — Prof. Pickering macht nun den sinnreichen Vorschlag, dies Photometer dadurch zu vereinfachen, dass als Maass der Stellung des Sterns im Keil beim Verschwinden des Bildes die tägliche Bewegung der Erde genommen wird. In dem Gesichtsfelde des Fernrohres soll ein Metallfaden, parallel dem dünnen Ende des Keils und senkrecht zur täglichen Bewegung, angebracht werden. Beim Durchgange durch das Fernrohr passirt der Stern dann zunächst den Faden und dann den Keil vom dünnen nach dem dicken Ende zu; er erfährt eine innere grössere Absorption, wird blasser und blasser, bis er zuletzt verschwindet. Das Zeitintervall vom Passiren des Fadens bis zum Verschwinden gilt dann als Maass für die Lichtstärke des Sterns. Ebenso wie in Pritchard's Photometer braucht auch hier nur eine Constante bestimmt zu werden, die Lichtstärke, welche einer Durchgangszeit von 1 Secunde entspricht.

Neuerungen in den Mitteln zum Messen und Registriren elektrischer Ströme.

Von T. A. Edison in Menlo-Park, New Jersey. D. R. P. 17921 v. 13. Mai 1881. Kl. 21.

Die Erfindung besteht darin, einen bestimmten Proportionaltheil des zu messenden Stromes einer Leitung 1,2 abzuzweigen und diesen Zweigstrom 5,6 in ein Gefäss B mit Wasser zu leiten, das einerseits wiederum in Wasser schwimmt. Das Wasser im Gefäss B wird durch den Strom zersetzt und die gebildeten Gase verringern das specifische Gewicht, daher sich das Gefäss B hebt. Diese Bewegung verursacht das Heben eines Hebels D, der mit einem Registrirapparat E

verbunden ist, und da die Menge entwickelter Gase proportional dem zersetzenden, mithin auch dem messenden Strom ist, so kann hiermit direct die Grösse des letzteren angegeben werden. Ist ein vorher bestimmter Betrag von Wasserzersetzung erreicht, so hat sich das Gefäss *B* hoch genug erhoben, um einen elektrischen Stromkreis 7,8 bei *a a'* zu schliessen, der einen Strom durch die Gase leitet; letztere explodiren durch Erglühen der Spirale *X*, bilden Wasser, und das Gefäss *B* sinkt wieder. Diese Operation wiederholt sich.

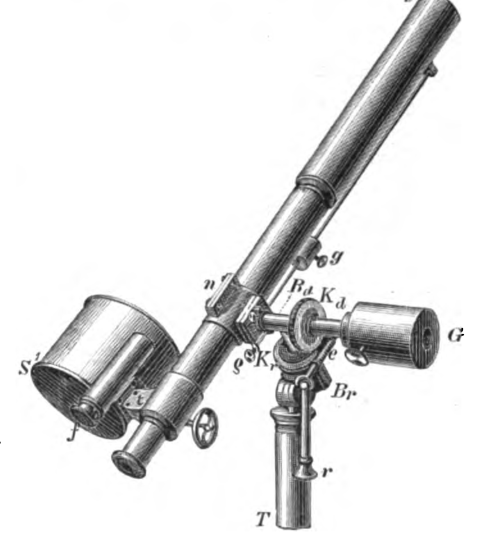


Auf eine andere Art kann der Strom gemessen werden, indem er in eine elektrolytische Zelle geleitet wird, deren eine Elektrode die innere Metallauskleidung der Zelle und deren andere ein an einer Feder aufgehängtes Metallstück bildet. Durch die vom Strom bewirkte Absetzung von Metall an der hängenden Elektrode sinkt diese in der Zelle und aus der Grösse dieses Sinkens lässt sich an einer Scale die Strommenge bestimmen, indem ein mit der sinkenden Elektrode verbundener Zeiger vor dieser Scale sich bewegt. Dieser Apparat kann noch mit einem Stromwender versehen werden, so dass das Ablagern von Metall abwechselnd auf den beiden Elektroden stattfindet.

Neue parallaktische Montirung für Brachyteleskope.

Von K. Fritsch in Wien. Centr.-Zeit. f. Opt. u. Mech. 1882. Nr. 11.

Auf einem gusseisernen Dreifusse *F* erhebt sich eine Messingsäule *T*, welche den, scharnierartig zum Stellen in Polhöhe eingerichteten, parallaktischen Kopf trägt. Derselbe enthält eine Büchse B_r, in welcher die Stundenaxe gelagert ist. An dieser ist die Büchse B_d angegossen, welche die Declinationsaxe aufnimmt. In fester Verbindung mit der letzteren befindet sich eine Platte, an welcher mittels Zug- und Druckschrauben in der erforderlichen Neigung die Wiege *n* zur Aufnahme des Teleskoprohres angebracht ist. Der grosse Spiegel *S*, von 105 mm Oeffnung, ist mittels Schrauben stellbar auf seinem Bett gelagert, das wieder durch den Träger *t* mit dem Teleskoprohr befestigt ist. Der kleine Spiegel befindet sich bei *s*.



Senkrecht zur Stundenaxe und mit ihr in fester Verbindung ist der Stundenkreis K_r — 6,5 cm Durchmesser und von 4^m zu 4^m getheilt — angebracht. Er trägt eine Stirnverzahnung, in welche eine Schraube ohne Ende *e* eingreift, welche in einem an der Büchse B_r fest geschraubten gabelförmigen Arme gelagert, mittels eines Excenters aus- und eingelöst werden kann. Im ersten Falle kann das Teleskop frei in Rectascension bewegt werden, im anderen Falle ist eine Drehung mittels des Schlüssels *r* ermöglicht.

Der Declinationskreis K_d, senkrecht zur Declinationsaxe, ist mit der Büchse B_d fest verschraubt, hat ebenfalls einen Durchmesser von 6,5 cm und ist in ganze Grade getheilt. Zur Erzielung der feinen Bewegung umgiebt die Büchse B_d ein gespaltener Klemmring; wird dieser Ring mittels der Schraube K_d geklemmt, so ist dadurch die Declinationsaxe und daher auch das Teleskop in feste Verbindung mit der Büchse B_d gebracht; die freie Bewegung ist dann aufgehoben. Eine feine Bewegung wird aber durch die Mikrometerschraube ϱ ermöglicht

Der Sucher *f* ist an dem Arme *t* des Spiegelbettes befestigt und mittels Zug- und Druckschrauben zu stellen.

Zur Ausbalancirung des Teleskopes dient das Gegengewicht *G*, welches an der verlängerten

Declinationsaxe befestigt ist. Das kleine Laufgewicht *g* dient zur Ausbalancirung des grossen Spiegels.

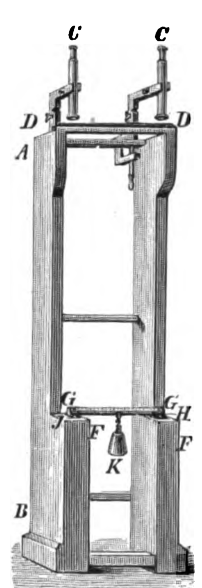
Bei billig gestelltem Preise — ein Teleskop von 105 mm Spiegelöffnung kostet 430 Mark — wird sich diese einfache und solide Montirung gewiss empfehlen.

Bestimmung des Elasticitätscoefficienten durch Biegung eines Stabes.

Von Prof. Dr. W. Pscheidl. Abhandl. d. Wiener Akad. d. Wiss. II. Abth. 1882. Juni.

Im Januar 1879 hatte Verfasser der Wiener Akademie eine Abhandlung unter obigem Titel vorgelegt, welche die Entwickelung einer neuen Methode enthielt, den Elasticitätscoefficienten einer Substanz durch Biegung eines aus derselben verfertigten parallelepipedischen Stabes zu bestimmen. In einer zweiten Abhandlung theilt nun Verf. den Gang sowie die Resultate der Untersuchungen verschiedener Substanzen, ausgeführt mit einem nach Angaben des Verf. von Mechaniker E. Schneider in Währing bei Wien construirten Apparate, mit.

Der Apparat besteht aus einem festen Gestelle *AB* (s. Fig.) mit zwei Vorsprüngen *FF*, welche je ein auf eine seiner Seitenflächen aufgelegtes Prisma *J* tragen. Diese Prismen sind an Messingplatten befestigt, welche ihrerseits wieder an das Gestell angeschraubt sind. Auf die oberen Kanten der Prismen ist ein Maassstab *GG* so aufgestellt und an passenden Trägern befestigt, dass seine Theilungsfläche auf den zwei parallelen oberen Kanten der Prismen senkrecht steht und daher die Distanz dieser Kanten jederzeit abgelesen werden kann. Am oberen Theile des Gestelles sind an Trägern zwei Fernröhre *CC* angebracht. Dicht hinter den Objectiven der Fernröhre, aber etwas tiefer, ist ein Maassstab *DD*, mit der Theilungsfläche nach unten gekehrt, befestigt.



Vor den Versuchen werden zunächst die beiden parallelen oberen Kanten der Prismen mittels Libelle in dieselbe Horizontalebene gebracht; sodann wird der Maassstab *DD* horizontal gestellt und endlich werden die Träger der Fernröhre, entsprechend der Länge des zu untersuchenden Stabes, auseinander geschoben. Der zu untersuchende Stab *HH* wird mit seiner Längenaxe dem Maassstabe *DD* parallel so auf die Prismenkanten gelegt, dass in den auf demselben ausserhalb der Prismenschneiden aufgelegten Spiegelchen die Spiegelbilder der entsprechenden Theile des Maassstabes gesehen werden können, wenn die Fernröhre durch eine kleine Senkung der vorderen Theile der Träger ein wenig gegen den Apparat geneigt worden sind.

Bei den Untersuchungen wurde der betreffende Stab belastet und mit jedem Fernrohre je eine Ablesung gemacht; dann wurden die Gewichte abgenommen und wieder abgelesen. Die Ablesungen geschahen bei vier verschiedenen Lagen des Stabes. Aus der ersten Lage wurde er in eine zweite durch eine halbe Umdrehung um eine verticale Axe gebracht; dann wurde er um seine Längenaxe um einen Winkel von 180° gedreht und zuletzt nochmals um eine verticale Axe um 180°. — Breite und Dicke der Stäbe wurden mittels Mikrometerschraube gemessen.

Verfasser hat mittels dieses Apparates eine grosse Anzahl von Elasticitätscoefficienten bestimmt; die Untersuchungen erstreckten sich auf Gusseisen, Bessemerstahl, Puddelstahl, Neusilber, Glas u. s. w. Bezüglich der Details der Messungen sowie der Resultate muss auf die Originalabhandlung verwiesen werden.

Empfangstelephon.

Von H. S. Thornberry. L'Électricien N. 26. 1882.

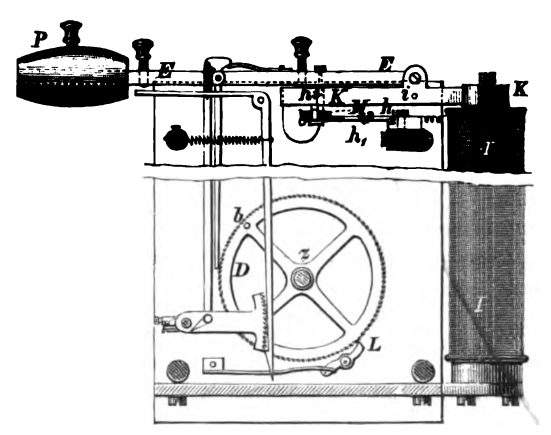
Dieses Telephon ist als Empfänger mit galvanischer Uebertragung construirt und unterscheidet sich von den gewöhnlichen Telephonen dieser Art dadurch, dass bei demselben der Kern des Elektromagneten durch eine magnetische Spirale aus Stahl oder weichem Eisen ersetzt ist. Die Spirale ist mit dem einen Ende an die vibrirende Platte und mit dem anderen an eine Stellschraube befestigt, mit welcher sich die Spannung der Spirale beliebig reguliren lässt; in Folge dieser Befestigung kann sich die Spirale vollkommen frei im Inneren der Drahtumwindungen bewegen. Auf die Umwindungen des Elektromagneten ist ferner noch ein U-förmiger

Magnet aufgesetzt, welcher die Spirale stark polarisirt. Die Inductionsströme nun, welche durch die Umwindungen des Elektromagneten hindurchgehen, bewirken, dass sich die Spirale zusammenzieht oder ausdehnt und so verschiedenartige Wirkungen auf die Platte des Empfängers ausübt. Durch diese Construction hofft der Erfinder, die störende Wirkung der Inductionsströme aufzuheben, welche sich bei einem Elektromagneten mit festem Kern erzeugen, und dadurch eine grössere Deutlichkeit in dem Ansprechen des Apparates zu erzielen. *R.*

Elektrische Uhr.

Von J. Schweizer in Solothurn. D. R. P. No. 17632 v. 23. Juni 1881. Kl. 83.

Zum Betriebe wird das Sinken des Gewichtes P benutzt, während die Hebung des letzteren durch elektrische Kraft erfolgt. Zu dem Zwecke sitzt das Zahnrad D lose auf der Axe z und überträgt mittels des Stiftes b seine Drehung auf eine Blattfeder, die mit ihrem einen Ende an jener Axe befestigt ist, um durch ihre Spannung die Drehung der Axe gleichmässig zu erhalten. Die Rückwärtsdrehung des Triebrades D verhindert der Sperrzahn L.



Die Hebung von P geschieht, sobald der Anker K vom Elektromagneten J angezogen wird. Dafür ist die Einrichtung getroffen, dass die Verbindung des Ankers K mit dem Hebel E unter einem veränderten Winkel stattfinden kann, der durch eine Stellschraube oder ein sonstiges Organ bestimmt wird, wobei K durch den Elektromagneten J und E durch sein Gegengewicht P abwechselnd ihre Bewegung auf den Mechanismus übertragen.

Der Mechanismus zur automatischen Stromunterbrechung bei zu schwach werdender Batterie besteht aus einer Traverse H_2, an die sich eine an einem Isolirstücke h_2 befestigte Feder h_1 anlegt, wodurch der eine Batteriedraht mit dem Elektromagneten J leitend verbunden wird. Die Feder ist mit einem durch eine Oeffnung der Traverse nach oben hervorragenden Isolirstift h_3 versehen, auf den bei nachlassender Stromstärke der eine Arm des Ankers K niederfällt. Hierdurch findet dann ein Abrücken der Feder von der Traverse und in Folge dessen eine Unterbrechung des Stromes statt.

Kleinere Notizen.

Ueber eine neue Verwendung des Phosphorbronzedrahtes. Maschinenbauer 1882. Heft 21.

Neuerdings ist sowohl in England als auch in Brüssel für Telephonleitungen Phosphorbronzedraht von nur 0,8 mm Durchmesser verwandt worden, der die $1^1/_2$fache elektrische Leitungsfähigkeit des Eisens und $^1/_5$ derjenigen des Kupfers besitzt. Die Zugfestigkeit dieses Drahtes soll nach den Untersuchungen von Nystrom und Rothe für gezogenen Draht 120 kg pro qmm, seine Streckung bis zum Zerreissen nur etwa 1 % seiner Länge betragen. (Vgl. jedoch auch die bezüglichen Untersuchungen von Weiller und der Deutschen Reichs-Telegraphenverwaltung Bd. 2 S. 153 d. Zeitschr.) *B.*

Secundärbatterie. Von Selton-Volkmar. Maschinenbauer 1882. Heft 21.

Die von der Electrical Power-Storage Company fabricirte Selton-Volkmar'sche Accumulationsbatterie weist, abweichend von der Faure'schen, in welcher die benutzten Oxyde durch Tuch- resp. Filzumhüllungen mit den Platten in Contact erhalten werden, in den zellenbildenden Platten vielfache Durchbohrungen auf, welche die benutzten Oxyde aufnehmen, wodurch sich die Apparate bei grösserer Leistungsfähigkeit erheblich billiger stellen und auch eine bequemere Handhabung gestatten sollen. Die kleinste Batterie mit einem Raumgehalt von etwa 0,15 cbm, welche 30 kg Metallcomposition aufnimmt, hat während einer vollen Stunde die Stärke einer Pferdekraft; grössere Batterien, für welche z. B. 150 kg Metall bestimmt und deren Metallplatten durch in angesäuertes Wasser getauchte Holzstreifen getrennt sind, sollen sogar während einer Stunde die Stärke von fünf Pferdekräften haben. *B.*



Volt-Messer und Ampère-Messer. Von Deprez und Carpentier. L'Éctricien No. 25. 1882.

Dieser Messapparat soll keine übergrosse Genauigkeit bieten, sondern mehr praktischen Zwecken dienen und giebt die Quantitäten der zu messenden Grössen ungefähr bis auf eine halbe Einheit genau. Die beiden Instrumente unterscheiden sich nur durch die Stärke des Drahtes in den Umwindungen: beim Volt-Messer ist derselbe sehr fein und beim Ampère-Messer dagegen sehr stark. Die wesentliche Neuerung dieses Apparates besteht darin, dass diese Umwindungen „schräg" zur magnetischen Ebene stehen, welche durch die magnetische Zeigernadel gebildet wird. Die Instrumente sind einfach und dauerhaft construirt; jedes derselben ist in eine Messingdose von ca. 70 cm Durchmesser eingeschlossen, sodass sie in ihrem Aeusseren ganz wie ein Aneroïd-Barometer erscheinen. *R.*

Für die Werkstatt.

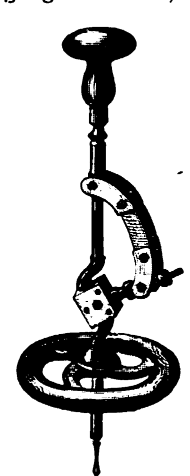
Ueber die gewöhnlich vorkommenden Verunreinigungen des Kupfers und ihre Einflüsse auf dasselbe. Techniker. IV. Jhrg. No. 18.

Im Allgemeinen bestehen die verunreinigenden Beimengungen des im Handel vorkommenden Kupfers aus Eisen, Arsenik, Rothkupfer, Kupferrosette und Spuren von Silber; bei russischem und australischem Kupfer treten noch vorzugsweise Zinn, Antimon, Schwefel und fast immer Blei hinzu, wogegen Nickel, Wismuth und Kobalt nur in geringem Maasse vorkommen. Das beste im Handel vorkommende Kupfer kann übrigens als nahezu rein betrachtet werden. Bei der Verarbeitung des Kupfers zu Messingblech oder Messingdraht ist namentlich die Gegenwart von Antimon schädlich; schon die geringe Menge von 0,05 kg pro 100 kg macht das Kupfer hierzu gänzlich untauglich. Eisen und Schwefel geben demselben eine gräuliche Färbung und machen es härter, weniger schmiedbar und zähe; Arsen übt denselben Einfluss, jedoch in bedeutend geringerem Maasse, aus. Wismuth verschlechtert das Kupfer, indem es seine Härte stark erniedrigt und Roth- und Kaltbruch herbeiführt.

Soll Kupfer gestreckt werden, so giebt man gelegentlich Blei hinzu; doch ist alsdann die Verwendung des ersteren zu Messingblech und Messingdraht nicht mehr möglich. *B.*

Handbohrmaschine. Allg. Journ. d. Uhrmacherkunst. 1882. No. 30.

Die Figur zeigt eine Handbohrmaschine mit Schwungrädchen. Um den Bohrer in Bewegung zu setzen, ist nichts weiter nöthig, als dass man den als Handgriff dienenden gebogenen Arm nach oben und unten drückt; die Rotation wird dann sofort in äusserst gleichmässiger Weise vor sich gehen. Es bedarf nur einer sehr geringen Uebung, um das Maschinchen mit der grössten Leichtigkeit zu handhaben; man kann feinste Zapfenlöcher, sowie Löcher bis zu 5 mm Grösse bohren. Der Hub der Handhabe ist verstellbar; will man kleine Löcher bohren, so arbeitet man mit kleinem Hub, wodurch man unwillkürlich schneller dreht; um grössere Löcher herzustellen, arbeitet man dagegen mit grösserem Hub, wobei man langsamer drehen, aber kräftiger wirken wird. — Die Kurbelwelle, welche mit der unter einem Winkel von 30° zur Horizontalen stehenden Kurbel in Verbindung steht, ist gleichzeitig die Bohrstange. Das Kurbellager, welches aus zwei Theilen besteht, die mit drei Schrauben zusammengehalten werden, trägt die obere Stange. Der gleichzeitig als Handgriff dienende gebogene Arm ist scharnierförmig mit dem Kurbeltheile und mit der oberen Stange durch ein Führungsstück verbunden. In dem Holzknopf sitzt eine Körnerschraube, die den Druck der Hand aufnimmt und auf den Bohrer überträgt. Die Maschinen werden auch mit Universalbohrknopf angefertigt, um Bohrer von verschiedenen Stärken darin befestigen zu können.



Bronzirung von eisernen Gegenständen. Techniker. IV. Jhrg. No. 18.

Um eiserne Gegenstände zu bronziren, überstreicht man sie mit einem Gemisch von gleichen Theilen Antimonbutter und Olivenoel, nachdem man sie vorher durch Abreiben mit Schmirgel und Tuch gereinigt hat. Nach mehreren Stunden reibt man alsdann die Gegenstände mit Wachs ab und firnisst sie mit Copallack. *B.*

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Buchdruckerei von Gustav Schade (Otto Francke) in Berlin N

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Geschäftsführender Ausschuss der Herausgeber:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. **H. Landolt**, Vorsitzender. **R. Fuess**, Beisitzer. Reg.-Rath Dr. **L. Loewenherz**, Schriftführer.

Redacteur: Dr. Georg Schwirkus.

II. Jahrgang. **October 1882.** Zehntes Heft.

Ueber das Präcisions-Polarplanimeter

(Patent Hohmann & Coradi).

Von

Franz Lorber, o. ö. Professor der Geodäsie an der K. K. Bergakademie in Leoben.

II. Instrumentalfehler und Genauigkeit des Präcisions-Polarplanimeters.

Fehler, Prüfung, Berichtigung. Die bei der Ableitung der Theorie stillschweigend gemachten Voraussetzungen werden bei den ausgeführten Instrumenten kaum alle erfüllt sein, wenngleich von Seite des Mechanikers genaue und sorgfältige Ausführung mit Recht vorausgesetzt werden kann und die allgemeinen Erfordernisse einer solchen Ausführung an dem Präcisionsplanimeter gewiss vorhanden sein werden.

Die Untersuchung des Instrumentes soll nicht einzig und allein in einer allgemeinen Prüfung bestehen, sondern man soll auch in der Lage sein, einzelne Fehlereinflüsse für sich ihrer Wirkung nach beurtheilen zu können; mit Rücksicht auf die complicirte Construction wird aber eine vollständige Detailuntersuchung wegen der Schwierigkeit der Trennung der Ursachen und wegen der doch geringen Einflüsse weder thunlich, noch nothwendig sein, sodass es also für den vorliegenden Zweck vollkommen genügen wird, die wichtigsten Fehler in Betracht zu ziehen, wobei aber angenommen werden soll, dass ausser dem eben in Behandlung stehenden Fehler kein anderer vorhanden sei und dass überhaupt die allgemeinen Anforderungen an präcise und sorgfältige Ausführung des Planimeters erfüllt sind.

Wäre das Planimeter mathematisch genau ausgeführt, so müsste die Messrolle die Scheibe in deren Mittelpunkt berühren, wenn Polarm und Fahrarm aufeinander senkrecht stehen, und es müsste die gleitende Bewegung der Messrolle in demjenigen Durchmesser der Scheibe erfolgen, welcher zur Bewegungsrichtung des Schlittens parallel (senkrecht zum Polararm) ist.

Sind diese Bedingungen nicht erfüllt, so hat dies auf die Anwenduug des Planimeters bei Pol ausserhalb (nur dieser Fall soll im Auge behalten werden) keinen Einfluss, wobei allerdings angenommen wird, dass die gleitende Bewegung der Messrolle in einer zur Bewegungsrichtung des Schlittens parallelen Sehne vor sich geht.

Aus Figur 3 entnimmt man, dass der Abstand des Rollenrandes vom Scheibenmittelpunkte

$$x = b\cos\alpha + \delta$$

ist, wonach $x = \delta$ wird, wenn $\alpha = 90°$ ist.

Weiter ist $x + dx = b\cos\alpha + \delta - b\sin\alpha d\alpha$ und

$$Rdv = \frac{bl}{apL}\frac{r^2}{2}d\varphi + \delta d\varphi - \frac{bl}{2apL}(a^2+p^2)d\varphi - \frac{(b+\delta)\,l}{L}\frac{a^2+2ap\cos\alpha}{a^2+p^2+2ap\cos\alpha}\cos\alpha d\alpha \quad (19$$

Für die Umfahrung einer geschlossenen Fläche ergiebt sich schliesslich

$$Rv = \frac{bl}{apL} F,$$

wie in der Theorie verlangt wird.

(Nur dann, wenn der Pol im Innern stände, erhielte man

$$Rv = \frac{bl}{apL} F + \delta \,.\, 2\pi - \frac{a^2 + p^2}{2ap} \frac{bl}{L} 2\pi,$$

$$\text{oder } F = \frac{apL}{bl} Rv - 2\pi\delta \frac{apL}{bl} + (a^2 + p^2)\,\pi,$$

so dass der Fehlereinfluss durch das Glied $2\pi\delta \frac{apL}{bl}$ ausgedrückt ist.)

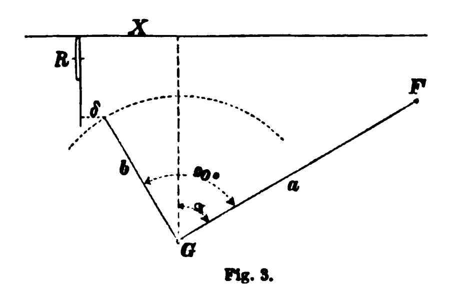


Fig. 3.

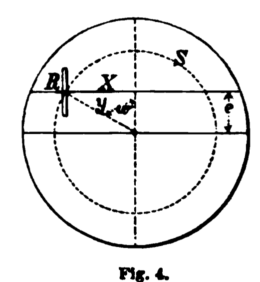


Fig. 4.

Bewegt sich die Messrolle in einer Sehne, deren Abstand vom Durchmesser etwa gleich e ist, so legt der Berührungspunkt der Rolle, wenn die Scheibe um den Winkel σ gedreht wird, den Weg $y\sigma$ zurück. (Figur 4.)

Wäre der Rollenrand senkrecht zum Halbmesser und die durch Drehung der Scheibe der Rolle ertheilte Winkelbewegung gleich v, so müsste

$$y\sigma = Rv$$

sein; da aber der Rollenrand mit dem Halbmesser des Berührungspunktes den Winkel ω einschliesst, so ist die Winkelbewegung nicht v, sondern $v_1 = v \sin \omega$.

Durch Substitution ergiebt sich dann

$$y\sigma = \frac{Rv_1}{\sin \omega} \text{ oder } Rv_1 = \sigma \,.\, y \sin \omega = x\sigma,$$

womit der obige Ausspruch bewiesen ist, weil $x = b \cos \alpha$ ist, gleichviel ob die Rolle im Durchmesser oder in der Sehne verschoben wird.

Weil nun die Wälzung der Rolle dann, wenn die letztere nahe im Mittelpunkt der Scheibe steht, ein Minimum ist, so soll man bei der Anwendung des Planimeters die Umfahrung thunlichst bei dieser Stellung beginnen, um so die Einstellungsfehler auf den Anfangspunkt des Flächenumfanges so gering als möglich zu machen.

Bei feststehendem Polarm soll die Messrolle während der Drehung des Fahrarmes nur eine gleitende Bewegung erfahren; ist dies nicht der Fall, so können mehrere Ursachen, deren Trennung nicht leicht möglich, aber auch wegen der Kleinheit des Einflusses nicht nöthig ist, daran Theil haben.

Erfolgt die Bewegung des Schlittens nicht senkrecht zum Polarme, oder ist die Axe der Messrolle nicht parallel zur Bewegungsrichtung des Schlittens, oder liegt die Axe der Scheibe nicht in der Verticalebene des Polarmes, so kann der eine oder andere dieser Fehler den angedeuteten Einfluss ausüben, wobei natürlich

nicht ausgeschlossen ist, dass durch Zusammenwirken eine Vermehrung oder Verminderung des Fehlereinflusses statthaben kann.

Es ist daher mit Bezug auf die gerade in dieser Richtung vorhandene complicirte Einrichtung zweckmässig, die genannten Punkte als zusammengehörig aufzufassen und die daraus resultirende Bedingung, „die Messrolle soll bei feststehendem Polarm während der Drehung des Fahrarmes nur eine gleitende Bewegung erleiden" der Prüfung zu Grunde zu legen.

Findet man bei einer diesbezüglichen Untersuchung, welche sich auf den ganzen Umfang des Rollenrandes erstrecken wird, dass die Messrolle auch eine Abwälzung erfährt, so kann eine Berichtigung, aber nur an der Axe der Rolle, vorgenommen werden; wird dadurch dem Uebelstande nicht abgeholfen, so ist nur der Mechaniker in der Lage, eine Verbesserung, wenn sie überhaupt möglich ist, auszuführen.

Indessen wird aber bei der Anwendung des Instrumentes durch das Umfahren begrenzter Flächen eine vollkommene oder theilweise Aufhebung des Fehlers bewirkt, sodass man mit Rücksicht auf die Geringfügigkeit des Fehlers und auf die Schwierigkeit der Abhülfe selten von dem letzten Mittel Gebrauch machen dürfte.

Die wichtigste Bedingung ist jene, dass der Winkelhebelarm senkrecht zum Fahrarm stehen soll; ist sie nicht erfüllt und am Planimeter keine Berichtigungsvorrichtung vorhanden, so ist das Instrument unbrauchbar, denn es ist dann die umfahrende Fläche nicht proportional der Anzahl der von der Messrolle gemachten Umdrehungen.

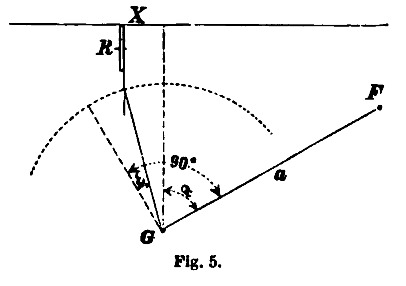


Fig. 5.

In Figur 5 wird angenommen, dass der Winkel der beiden Arme nicht 90°, sondern etwa $90 - \varepsilon$ ist, wobei ε ein kleiner Winkel ist, sodass man berechtigt ist, $\cos\varepsilon = 1$ und $\sin\varepsilon = \varepsilon$ zu setzen.

Aus der Figur folgt:
$$x = b\cos(\alpha + \varepsilon)$$
$$= b\cos\alpha - b\varepsilon\sin\alpha$$
$$dx = -b\sin\alpha\, d\alpha - b\varepsilon\cos\alpha\, d\alpha$$
$$x + dx = b\cos\alpha - b\varepsilon\sin\alpha - b\sin\alpha\, d\alpha - b\varepsilon\cos\alpha\, d\alpha.$$

Nach der Bedingungsgleichung $R dv = (x + dx)\, d\sigma$ ergiebt sich
$$R dv = \frac{bl}{L}\cos\alpha\, d\varphi - \frac{bl}{L}\varepsilon\sin\alpha\, d\varphi - \frac{bl}{L}\frac{a^2 + r^2 - p^2}{2r^2}(\cos\alpha + \varepsilon\sin\alpha)\, d\alpha,$$
wobei die unendlich kleinen Glieder zweiter Ordnung vernachlässigt sind.

Durch Einführung der Werthe
$$\cos\alpha = \frac{r^2 - a^2 - p^2}{2ap};\ \frac{a^2 + r^2 - p^2}{2r^2} = \frac{a^2 + ap\cos\alpha}{a^2 + p^2 + 2ap\cos\alpha};\ \sin\alpha = \frac{1}{2ap}\sqrt{4a^2p^2 - (r^2 - a^2 - p^2)^2}$$
und Ausführung der Integration für eine geschlossene Fläche wird
$$Rv = \frac{bl}{apL}F - \frac{bl\varepsilon}{2apL}\left[\int_0^{\varphi}\sqrt{4a^2p^2 - (r^2 - a^2 - p^2)^2}\, d\varphi - \int_0^{\varphi}\sqrt{4a^2p^2 - (r'^2 - a^2 - p^2)^2}\, d\varphi\right]. \quad (20$$

Die Integrale in der Klammer erfordern die Kenntniss der Gleichung der Begrenzungscurve; allgemein ist dann
$$Rv = 2nR\pi = \frac{bl}{apL}F \pm \frac{bl\varepsilon}{2apL}\Gamma(r).$$

Hieraus geht deutlich hervor, dass die Fläche jetzt nicht der Anzahl der

Rollenumdrehungen proportional ist, sondern dass sie wegen des veränderlichen Factors $\Gamma(r)$ von der Entfernung des Poles von der umfahrenden Figur abhängig ist; nur für $\varepsilon = 0$ wird sowie früher $Rv = \frac{bl}{apL} F$.

Um daher ein Planimeter auf die richtige Stellung der beiden Arme zu prüfen, umfährt man eine Probefläche in verschiedenen Entfernungen vom Pol; ist die Anzahl der Umdrehungen stets dieselbe, so ist das Instrument in Ordnung. — Weichen aber die Resultate von einander ab, so ist mittels der etwa angebrachten Berichtigungsschräubchen der Winkel zwischen den beiden Armen zu ändern.

Eine besondere Untersuchung darüber, ob die Umdrehungszahlen in den beiden Richtungen (Ablesung zunehmend und abnehmend) übereinstimmen, vorzunehmen, ist überflüssig; denn die Beseitigung der todten Bewegung der Rolle wird schwer zu erreichen sein, sodass man bei der praktischen Verwendung stets mindestens eine Umfahrung nach links und eine Umfahrung nach rechts machen, und aus den beiden Resultaten ein Mittel nehmen wird.

(Dies wird auch bei vollkommener Uebereinstimmung der Resultate der Fall sein können, da man in der Praxis eine Fläche doch mindestens zweimal ermittelt.)

Man darf dann aber für die Prüfung und Justirung eines Planimeters nicht übersehen, die Umfahrung der Probeflächen in beiden Richtungen vorzunehmen und nur das Mittel als zu vergleichende Anzahl der Umdrehungen in Rechnung zu ziehen, weil nur dieses als frei von dem dabei auftretenden Fehler angesehen werden darf — oder man muss für jede der beiden Bewegungsrichtungen die Untersuchung gesondert vornehmen und auch die Flächenberechnung darnach ausführen, was jedenfalls ohne Erhöhung der Genauigkeit nur unnützen Zeitaufwand verursachen würde.

Auf die Bestimmung der Genauigkeit einer Umfahrung haben aber selbstverständlich diese Bemerkungen keinen Einfluss, weil es sich dabei lediglich um die wiederholte Umfahrung einer und derselben Fläche bei derselben Polstellung in einer bestimmten Richtung handelt.

Justirung. Nach Gl. 17, ist

$$F = nf, \text{ wobei } f = \frac{apLR}{b(p+c)} 2\pi$$

den Flächenwerth einer Rollenumdrehung bedeutet.

So lange a und p ihre Werthe nicht ändern, bleibt auch f unverändert; bei constantem a bezw. p wird f um so grösser, je grösser p bezw. a ist.

Ist nun der Polarm oder der Fahrarm zum Verschieben eingerichtet oder sind beide verschiebbar, so kann f innerhalb der durch die Verschiebung gesteckten Grenze jeden beliebigen Werth annehmen; indessen wird es stets so gewählt, dass die Multiplication mit n einfach und schnell bewerkstelligt werden kann.

Herr Coradi erzeugt drei Arten des Präcisionsplanimeters: 1. Fahrarm, 2. Polarm, 3. beide Arme verschiebbar.

Das von mir für die geodätische Sammlung erworbene Instrument ist ein solches dritter Kategorie; der Fahrarm ist in Millimeter getheilt und lässt sich in der Hülse, welche den Winkelhebelarm trägt und mit einem Nonius auf 0,1 mm versehen ist, verschieben.

Dabei ist Feineinstellung angebracht, welche jedoch bei der Verschiebung des Polarmes fehlt.

Vom Mechaniker sind für ganz ausgezogenen Polarm drei Einstellungszahlen und die diesen entsprechenden Werthe von f angegeben:

Einstellung	
144,85;	$f = 20$ qcm
288,20	40 „
359,90	50 „

Um die Richtigkeit dieser Angaben zu untersuchen, umfährt man, nachdem die Einstellung vollzogen ist, eine bekannte Fläche wiederholt in beiden Richtungen und rechnet mit der erhaltenen mittleren Umdrehungszahl und der bekannten Fläche den Werth für f — oder man ändert die Armlänge so lange, bis das mit dem Planimeter erhaltene Resultat bei Benutzung des angegebenen f mit der Probefläche übereinstimmt.

Als Probeflächen benutzt man zumeist Kreise, welche in Messingplatten gravirt sind oder mit Hülfe des sog. Controllineals beschrieben werden.

Die Flächen dieser Kreise sind nun nicht absolut genau bekannt, wie gewöhnlich angenommen wird und daher muss auch dadurch die Genauigkeit von f beeinflusst werden. Dieselbe hängt also nicht nur von der Genauigkeit der Umfahrung, sondern auch von dem Fehler der zu Grunde gelegten Probefläche ab; aus $f = F/n$ folgt durch Differentiation nach F und n:

$$d_1 f = \frac{dF}{n} \qquad d_2 f = -\frac{F dn}{n^2} = -\frac{f}{n} dn,$$

und der mittlere Fehler in f selbst: $df = \sqrt{d_1 f^2 + d_2 f^2} = \frac{1}{n}\sqrt{dF^2 + f^2 dn^2}$. (21

Hieraus geht deutlich hervor, dass zur Justirung möglichst grosse Probeflächen verwendet werden sollen und dass durch noch so häufige Wiederholung der Umfahrung der Fehler in f nicht unter den Minimalfehler dF/n gebracht werden kann.

Die von mir benutzten Probeflächen waren Kreise mit den Halbmessern 9 cm und 10 cm, also Flächen von 254,469 qcm und 314,159 qcm, welche mit den mittleren Fehlern 0,124 und 0,138 qcm behaftet waren, die sich aus dem ermittelten Fehler der Durchmesser 0,0044 cm ergeben.

Die Probefläche ist zehnmal in jeder Richtung umfahren worden, sodass n aus 20 Beobachtungen gefolgert ist; die Resultate sind:

Einstellung	F	n	f	$\frac{dF}{n}$
144,85;	$F = 254,469$ qcm;	$n = 12,7397$;	$f = 19,97$ qcm;	$= 0,010$ qcm
288,20	314,159 „	7,8718	39,91 „	0,018 „
359,90	„ „	6,2921	49,93 „	0,022 „

Der Einfluss der Umfahrungsfehler ist verschwindend klein; denn, wie später gezeigt werden wird, ist der mittlere Fehler einer Umfahrung gleich $0,0011\sqrt{n}$, womit für die angegebenen Werthe von n und f erhalten wird:

$$du = 0,0011\sqrt{\frac{n}{w}} = 0,0009 \qquad d_2 f = \frac{f}{n} dn = 0,0014$$
$$0,0007 \qquad 0,0035$$
$$0,0006 \qquad 0,0044$$

Die Werthe $d_1 f$ und $d_2 f$ wachsen mit f selbst — indessen ist der letztere Fehlereinfluss, wie die Zahlenwerthe darthun, bei Vervielfältigung der Beobachtungen vollständig ohne Belang.

Wollte man die Justirung durch Armverschiebung bewirken, so hätte man Fahrarm- oder Polararmlänge so lange zu ändern, bis die Umdrehungszahlen



12,7235, 7,8540, 6,2832 werden und zwar müsste die Armlänge vergrössert werden, weil die erhaltenen Resultate zu gross sind und die Anzahl der Umdrehungen um so kleiner werden müssen, je grösser f, d. h. je grösser die Armlängen sind.

Zur Justirung kann noch eine dritte Methode dienen, welche von Professor Dr. Schell[1]) angegeben und neuerlich von Prof. Müller[2]) empfohlen wurde; nach dieser einfachen und eleganten Methode wird für jedes Planimeter, das mit einer Eintheilung des Fahrarmes versehen ist, eine Gleichung berechnet, welche die Einstellung für jeden gewünschten und zulässigen Werth von f giebt.

Ich ziehe die zuerst angegebene Methode den anderen vor, weil sie eine grössere Sicherheit in der Bestimmung von f bietet und weil sie auch gestattet, mehrere Probeflächen zu Grunde zu legen, was natürlich bei allen Gattungen von Planimetern möglich ist.

Die Unbequemlichkeit bei der Rechnung kann nicht in Betracht gezogen werden, weil man z. B. mit $f = 19{,}97$ leicht auch so rechnen kann: $19{,}97\,n = 20\,n - 0{,}03\,n$; indessen sollte man es bei keinem dazu geeigneten Planimeter unterlassen, die Gleichung des Planimeters nach Schell aufzustellen, weil man durch sie selbst bei einer geringen Zahl von Beobachtungen doch schon genäherte Werthe für die Einstellung des Fahrarmes findet, auf Grund welcher dann eine genauere Ermittelung von f erfolgen kann.

So ergab sich für das in Rede stehende Planimeter die Gleichung
Einstellung $= 1{,}5 + 7{,}1795 f$, woraus für $f = 20$ qcm z. B. folgt: $\varepsilon = 145{,}1$ u. s. f.

Ist der Werth von f für eine bestimmte Armlänge ermittelt und soll später das Planimeter wieder in jener Stellung benutzt werden, wo f den gefundenen Werth besitzt, so kann durch fehlerhafte Einstellung der Armlängen leicht eine Veränderung von f erfolgen.

Differenzirt man die Gl. $f = \frac{apLR}{b(p+c)}\, 2\pi$ nach a und p, so erhält man

$$d_a f = \frac{f}{a}\, da \qquad \text{und} \qquad d_p f = f \frac{c}{p(p+c)}\, dp,$$

welche Gleichungen für eine fehlerhafte Einstellung von a um $da = 0{,}01$ cm und von p um $dp = 0{,}1$ cm bei $f = 20$ qcm, $a = 14$ cm, $p = 28$ cm, $c = 10$ cm die Werthe

$$d_a f = 0{,}014 \text{ qcm}; \qquad d_p f = 0{,}019 \text{ qcm}$$

liefern.

Es ist daraus zu entnehmen, dass man der Einstellung grosse Sorgfalt widmen muss — wenn man es nicht vorzieht, vor jeder wichtigeren Anwendung des Instrumentes eine neue Justirung vorzunehmen; ferner geht aus der Betrachtung hervor, dass eine fehlerhafte Einstellung des Polarmes geringeren Einfluss ausübt, als ein Fehler in der Einstellung des Fahrarmes, sodass es bei der Justirung durch Armverschiebung zweckmässiger ist, den Fahrarm ungeändert zu lassen und die Polarmlänge zu verändern.

Für die Stellung des Instrumentes „Polarm nicht ausgezogen“ ergiebt sich:

	Einstellung	f
Einstellung	144,85	$f =$ 16,93 qcm
	288,0	33,86 „
	359,9	42,32 „

[1]) Allgemeine Theorie des Polarplanimeters, Sitzungsberichte d. k. Akad. d. Wissensch. Wien 1868.
[2]) Müller, zum Gebrauche des Polarplanimeters, Zeitschr. f. Vermessungsw. 1882.

In Bezug auf die Justirung ist das Präcisionsplanimeter dem gewöhnlichen Polarplanimeter gegenüber im Vortheil; bei diesem ist der Flächenwerth einer Umdrehung $2aR\pi$, wobei a die Fahrarmlänge und R den Halbmesser der Rolle bedeutet.

Soll für $R = 1$ cm, $f = 20$ qcm sein, so müsste $a = 3{,}183$ cm werden, während beim Präcisionsplanimeter $a = 14{,}3$ cm ist; durch Abnahme von f wird der abgewickelte Bogen und auch die Genauigkeit grösser, aber die Wirkungssphäre des Apparates geringer — daher kommt es, dass die Polarplanimeter zumeist in jener Stellung verwendet werden, in welcher $f = 100$ qcm ist.

Wird alsdann zur Justirung eine Fläche von 314,16 qcm mit dem mittleren Fehler 0,138 qcm verwendet, so ergiebt sich der Minimalfehler in f, lediglich von der Probefläche herrührend, mit 0,044 qcm; es lässt sich wohl die Justirung auch genauer ausführen, wie schon vorher angegeben wurde, wenn mehrere Probeflächen benützt werden[1]).

Genauigkeit. Die Genauigkeit der mit dem Planimeter bestimmten Flächen hängt von der Sicherheit, mit welcher man die Umdrehungen der Messrolle erheben kann, und von der Güte der Justirung ab.

Die erstere wird theils durch die Beschaffenheit des Instrumentes, theils durch die bei Umfahrung der Begrenzung auftretenden Unregelmässigkeiten und durch die Fehler im Einstellen des Fahrstiftes und im Ablesen bedingt; letztere hängt mit der Genauigkeit der zur Justirung benutzten Probefläche ab, und beeinflusst die Resultate stets in demselben Sinne.

Aus $F = nf$ folgt durch Differentiation nach f und n:

$$d_1F = n\,df; \qquad d_2F = f\,dn,$$

und der mittlere Fehler in F selbst $dF = \sqrt{n^2 df^2 + f^2 dn^2}$ . . . . . . (22

Der Einfluss der Justirung ist gering, und daher kommt es, dass er häufig bei Beurtheilung der Genauigkeit der Planimeter vernachlässigt wird, was jedoch, namentlich bei einer grossen Umdrehungszahl nicht gerechtfertigt ist.

Für die vorhin angegebenen Werthe von df ergiebt sich

$$d_1F = 0{,}010\,n \qquad 0{,}018\,n \qquad 0{,}022\,n$$

was für eine Fläche von 100 qcm, für welche die Umdrehungszahlen der Reihe nach

$$n = 5 \qquad 2{,}5 \qquad 2$$

werden, die Grösse

$$d_1F = 0{,}050 \qquad 0{,}045 \qquad 0{,}044$$

giebt, sodass der Einfluss ziemlich nahe gleich angenommen werden kann.

Was die Grösse dn betrifft, so kann sie nur durch Versuche bestimmt werden; ich habe zu diesem Zwecke mit dem Präcisionsplanimeter 540 Beobachtungen mit dem Controllineale angestellt und zwar bei verschiedenen Flächen, bei verschiedenen Fahrarmlängen in den beiden Stellungen „Polarm ausgezogen“ und „Polarm nicht ausgezogen“ und in den beiden Umfahrungsrichtungen „zunehmend“ und „abnehmend“.

---

[1]) Siehe meine Abhandlung „Ein Beitrag zur Bestimmung der Constanten des Polarplanimeters. Sitzungsberichte der k. Akad. d. Wissensch. 1882.

Tabelle 1.

Polarm ausgezogen.

1. Nr.	2. Fläche	3. Einstellung des Fahrarms	4. Entfernung des Poles vom Mittelpunkte der Fläche	5. Ablesung zunehmend n	6. Ablesung zunehmend m^2	7. Ablesung zunehmend m	8. Ablesung abnehmend n	9. Ablesung abnehmend m^2	10. Ablesung abnehmend m	11. Mittel n → u. ←	12. Mittel aus 10maliger Umfahrung → n	13. Mittel aus 10maliger Umfahrung ← n	14. Mittel aus 10maliger Umfahrung Mittel ⇄
	qcm		cm										
1	3,14	100,0	30	0,228	0,00000056	0,0008	0,228	0,00000010	0,0003	0,228	0,228	0,229	0,228
2	12,56	144,85	31	0,628	46	7	0,629	50	7	0,628	0,628	0,629	0,628
3	„	288,2	39	0,314	33	6	0,315	33	6	0,314	0,314	0,315	0,315
4	„	359,9	29	0,252	28	5	0,254	67	8	0,253	0,251	0,254	0,253
5	„	„	57	0,251	50	7	0,253	44	7	0,252	0,251	0,254	0,252
6	78,54	120,0	30	4,761	33	6	4,765	256	16	4,763	4,755	4,777	4,766
7	„	144,85	25	3,936	400	20	3,942	467	22	3,939	3,937	3,942	3,940
8	„	„	35	3,933	121	11	3,939	600	25	3,936	3,927	3,958	3,942
9	„	288,2	29	1,966	222	15	1,970	222	15	1,968	1,968	1,977	1,972
10	„	„	48	1,962	156	12	1,969	111	11	1,966	1,961	1,979	1,970
11	„	359,9	31	1,573	156	12	1,578	144	12	1,575	1,571	1,580	1,575
12	„	„	51	1,567	133	12	1,578	378	19	1,573	1,570	1,581	1,576
13	254,47	144,85	31	12,738	1044	32	12,742	1244	35	12,740	12,724	12,769	12,747
14	314,16	288,2	38	7,862	178	13	7,882	824	29	7,872	7,856	7,897	7,876
15	„	359,9	46	6,276	1256	35	6,308	878	30	6,292	6,281	6,319	6,300

Polarm nicht ausgezogen.

1. Nr.	2. Fläche	3. Einstellung des Fahrarms	4. Entfernung des Poles vom Mittelpunkte der Fläche	5. Ablesung zunehmend n	6. Ablesung zunehmend m^2	7. Ablesung zunehmend m	8. Ablesung abnehmend n	9. Ablesung abnehmend m^2	10. Ablesung abnehmend m	11. Mittel n → u. ←	12. Mittel aus 10maliger Umfahrung → n	13. Mittel aus 10maliger Umfahrung ← n	14. Mittel aus 10maliger Umfahrung Mittel → u. ←
	qcm		cm										
1	3,14	100,0	20	0,269	0,00000044	0,0007	0,270	0,00000077	0,0009	0,270	0,269	0,270	0,270
2	„	144,85	20	0,186	49	7	0,186	33	6	0,186	0,186	0,186	0,186
3	12,56	144,85	21	0,741	78	9	0,742	116	11	0,741	0,742	0,743	0,742
4	„	288,2	38	0,370	56	7	0,372	100	10	0,371	0,370	0,373	0,371
5	„	359,9	29	0,297	67	8	0,299	78	9	0,298	0,296	0,300	0,298
6	„	„	40	0,296	112	11	0,299	72	8	0,297	0,296	0,300	0,298
7	78,54	120,0	19	5,620	478	24	5,621	411	20	5,620	5,612	5,642	5,627
8	„	144,85	21,5	4,637	157	13	4,640	335	18	4,639	4,632	4,660	4,646
9	„	288,2	33	2,318	222	15	2,325	267	16	2,322	2,312	2,332	2,322
10	„	359,9	39,5	1,850	511	23	1,864	411	20	1,857	1,845	1,867	1,856
11	314,16	288,2	32,5	9,264	1644	41	9,291	1022	32	9,277	9,246	9,333	9,290
12	„	359,9	39,5	7,403	1489	39	7,443	2233	47	7,423	7,390	7,473	7,432

In der vorstehenden Tabelle sind nur die Resultate zusammengefasst, da es den Rahmen der Arbeit überschreiten würde, die einzelnen Beobachtungsresultate aufzuführen.

Die Columnen sind für sich verständlich — nur will ich bemerken, dass in 5 und 8 jedes n das Mittel aus 10 Beobachtungen ist und dass m den mittleren Fehler einer Beobachtung, gerechnet nach der Formel $\sqrt{\frac{[v^2]}{z-1}}$, wo v die Unterschiede des arithmetischen Mittels von den einzelnen Resultaten, z die Anzahl der Beobachtungen, also 10, bedeutet; Columne 11 enthält das Mittel aus den beiden Werthen von n.

Dass bei Anstellung der Versuche mit grosser Sorgfalt, namentlich betreffs Führung des Controllineals und Verstellung desselben, vorgegangen wurde, ist natürlich; die Einstellung des Fahrstiftes auf den Anfangspunkt ist wohl zumeist bei

der günstigsten Stellung (Messrolle in der Mitte der Scheibe), theilweise aber auch bei anderen Stellen geschehen.

Ausser den 540 Einzelnbeobachtungen, bei welchen nach jeder Messung abgelesen wurde, sind auch zehnfache Umfahrungen vorgenommen worden, deren Ergebnisse in Columne 12, 13 und 14 verzeichnet sind; die Anzahl der Beobachtungen ist jedoch eine weit grössere, nur sind bloss jene in die Tabelle aufgenommen, welche eine Vergleichung mit den Resultaten der Einzelbeobachtungen zulassen.

Aus den angegebenen Daten ist zu entnehmen, dass die Umdrehungszahl bei „zunehmend“ mit jener bei „abnehmend“ nicht übereinstimmt, dass der Unterschied um so grösser wird, je grösser die Anzahl der Umdrehungen ist und zwar wieder bei nicht ausgezogenem Polarm grösser als bei ausgezogenem.

Das Mittel aus „zunehmend“ und „abnehmend“ stimmt mit dem Mittel aus den zehnfachen Bestimmungen für eine kleine Tourenzahl überein; für eine grössere jedoch ist das Resultat aus den Einzelbeobachtungen stets kleiner, als jenes aus den Repetitionsbeobachtungen; es dürfte daraus leicht der Schluss zu ziehen sein, dass die letztere Art der Ermittelung nur bei kleinen Flächen zur Anwendung kommen soll.

Weiter ist zu ersehen, dass der mittlere Fehler einer Umfahrung gleichfalls mit der Umdrehungszahl zunimmt, und dass ein wesentlicher Unterschied dieses Fehlers für die beiden Umfahrungsrichtungen, wie ihn Prof. Dr. Haid[1]) gefunden hat, nicht zu erkennen ist.

Um ein Gesetz des Fehlers aufzustellen, habe ich Gruppen gebildet und zwar derart, dass die Beobachtungen mit den Umdrehungszahlen 0 bis 1, 1 und 2, 4, 5 und 6, dann 7, 9 und 12 in je eine Gruppe vereinigt wurden; auf diese Weise erhält man die Mittelwerthe:

	zunehmend			abnehmend		
1.	$n = 0{,}35$;	$m^2 = 0{,}00000056$;	$m = 0{,}0007$	$n = 0{,}35$;	$m^2 = 0{,}00000062$;	$m = 0{,}0008$
2.	$n = 1{,}87$	233	15	$n = 1{,}88$	261	16
3.	$n = 4{,}86$	408	20	$n = 4{,}87$	491	22
4.	$n = 9{,}32$	1064	33	$n = 9{,}34$	1331	36

Nimmt man die Resultate für beide Richtungen zusammen, so ergiebt sich:

n	m^2	m
$n = 0{,}35$;	$m^2 = 0{,}00000059$;	$m = 0{,}0008$
1,88	247	16
4,87	450	21
9,32	1198	35,

und wenn man das Gesetz $m = k + \mu \sqrt{n}$ zu Grunde legt, erhält man nach der Meth. d. kl. Quadrate

$$m = 0{,}00007 + 0{,}00106 \sqrt{n}$$

wofür man jedoch einfacher $m = \pm\, 0{,}0011 \sqrt{n}$ setzen kann; die mit dieser Formel berechneten Werthe für m sind der Reihe nach:

0,0007, 0,0015, 0,0025, 0,0034.

Nimmt man von vornherein das Gesetz $m = \mu \sqrt{n}$ an, so erhält man für die einzelnen Gruppen folgende Werthe von μ^2:

[1]) Hohmann, Präcisionspolarplanimeter, Karlsruhe 1882.

	zunehmend	abnehmend
1.	$\mu^2 = 0{,}00000162$	0,00000177
2.	124	139
3.	084	101
4.	114	142

woraus der Mittelwerth $\mu^2 = 0{,}00000130$ oder $\mu = 0{,}00114$ folgt.

Wenn man endlich die Summe der beobachteten Fehlerquadrate durch die Summe der Umdrehungszahlen theilt, so ergiebt sich:

zunehmend: $\mu^2 = 0{,}00000107$

abnehmend: $= 0{,}00000129$

zunehmend und abnehmend vereinigt: $= 0{,}00000118$ oder $\mu = 0{,}00109$.

Man kann demnach den mittleren Fehler einer Umfahrung einer Probefläche angeben mit:

$$m = dn = \pm\, \mathbf{0{,}0011}\, \sqrt{n} \quad \text{. . . . . (23}$$

Obgleich dieses Gesetz in aller Strenge nur für das untersuchte Instrument und die durchgeführten Beobachtungen gilt, so ist doch nicht daran zu zweifeln, dass auch bei anderen Instrumenten und bei anderen Beobachtungen ein solches aufgestellt werden kann.

Für gewöhnliche Polarplanimeter habe ich bei $f = 100$ qcm das Gesetz (für Probeflächen) gefunden:

$$m = dn = 0{,}00126 + 0{,}00022\, \sqrt{n} \quad \text{. . . . . (24}$$

Nun kann man auch daran gehen, den Ausdruck für die Genauigkeit der Flächenmessung selbst aufzustellen und eine Vergleichung vorzunehmen, wozu sich besonders die Probeflächen, bei welchen gleich gute Umfahrung für beide Arten Planimeter vorausgesetzt werden kann, eignen.

Für das Präcisionsplanimeter wird:

$$dF = \sqrt{n^2 df^2 + f^2 dn^2} = \sqrt{n^2 df^2 + 0{,}00000121\, f^2 n}$$

$$= \sqrt{\frac{F^2}{f_2}\, df^2 + 0{,}00000121\, Ff} \quad \text{. . . (25}$$

Das erste Glied unter dem Wurzelzeichen behält für alle Werthe von f dieselbe Grösse, wenn bei der Justirung dieselbe Probefläche benützt wurde. Sonst ist sein Werth um so grösser, je kleiner die Probefläche war, während das zweite Glied um so kleiner wird, je kleiner der Werth der Rollenumdrehung ist; der ganze Ausdruck jedoch wird mit zunehmendem f grösser, wie es in der Natur der Sache gelegen und aus Tabelle 2 zu entnehmen ist, sodass also die Flächenbestimmung thunlichst mit kurzem Fahrarm vorgenommen werden soll.

Tabelle 2.

F	$f = 20$ qcm, $df = 0{,}010$			$f = 40$ qcm, $df = 0{,}018$			$f = 50$ qcm, $df = 0{,}022$		
	n	dF [1])	$\frac{dF}{F}$	n	dF	$\frac{dF}{F}$	n	dF	$\frac{dF}{F}$
qcm									
20	1	0,024	$\frac{1}{833}$	0,5	0,032	$\frac{1}{625}$	0,4	0,036	$\frac{1}{556}$
50	2,5	0,043	$\frac{1}{1163}$	1,25	0,054	$\frac{1}{926}$	1	0,059	$\frac{1}{848}$
100	5	0,070	$\frac{1}{1444}$	2,5	0,083	$\frac{1}{1205}$	2	0,089	$\frac{1}{1124}$
200	10	0,122	$\frac{1}{1639}$	5	0,133	$\frac{1}{1504}$	4	0,141	$\frac{1}{1418}$

[1]) Die dritte Decimale in dF ist nur zum Zwecke der Berechnung des Fehlerverhältnisses beibehalten worden.

Diese Tabelle gilt für „Polarm ausgezogen“; da für „Polarm nicht ausgezogen“ die Werthe von f noch kleiner werden, so ist diese Stellung auch günstiger in Bezug auf die zu erreichende Genauigkeit.

Nimmt man die gewöhnliche Einstellung des Polarplanimeters ($f = 100$ qcm) und $df = 0{,}02$ qcm an, was jedoch nur bei Justirung mit mehreren Probeflächen erreichbar ist, so ergiebt sich mit Benutzung des angegebenen Fehlergesetzes:

$F = 20$ qcm;	$n = 0{,}2$;	$dn = 0{,}0013$;	$dF = 0{,}130$;	$\frac{dF}{F} = \frac{1}{154}$
50	0,5	0,0014	0,140	$\frac{1}{357}$
100	1,0	0,0015	0,151	$\frac{1}{662}$
200	2,0	0,0016	0,165	$\frac{1}{1212}$

Hierbei hat der Justirungsfehler fast gar keinen Einfluss — denn für $F = 200$ qcm wird ndf erst $= 0{,}04$ qcm; aus diesen Zusammenstellungen geht die Ueberlegenheit des Präcisionsplanimeters, namentlich für kleine Flächen, klar hervor.

Wird bei dem Polarplanimeter die gewöhnliche Justirungsmethode aus nur einer Probefläche (314,16 qcm mit dem Fehler 0,138) zu Grunde gelegt, so ergiebt sich $df = 0{,}044$ qcm und damit für die Flächen 20, 50, 100 und 200 qcm der Reihe nach:

$dF = 0{,}145$	0,155	0,169	0,190
$\frac{dF}{F} = \frac{1}{138}$	$\frac{1}{323}$	$\frac{1}{592}$	$\frac{1}{1053}$

In den vorstehenden Zahlen ist vollkommen richtige Umfahrung, wie es bei Probeflächen vorkommt, vorausgesetzt; um nun auch für die in der Praxis auftretenden Fälle einige Anhaltspunkte zu haben, sind mit dem Präcisionsplanimeter auch gezeichnete Flächen, über welche Tabelle 3 Aufschluss giebt, umfahren worden.

Zur Erzielung einer grösseren Tourenzahl ist die Fläche zweimal umfahren und dies in jeder Richtung fünfmal wiederholt worden; das n entspricht also einer Umfahrung einer Fläche von doppelt so grossem Inhalte, als in der Tabelle angegeben ist. Die Tabelle ist für sich verständlich, nur bemerke ich, dass die Umfahrung auch theilweise mit freier Hand stattgefunden hat.

Tabelle 3.

Polarm ausgezogen.

Nr.	Fläche	Einstellung des Fahrarmes	Ablesung zunehmend			Ablesung abnehmend			Mittel n → u. ←	Mit dem Planimeter gefundene Fläche
			n	m^2	m	n	m^2	m		
	qcm									
1	6,23	100,0	0,906	0,00000400	0,0020	0,907	0,00000550	0,0021	0,907	—
2	„	144,85	0,625	320	18	0,627	170	13	0,626	6,25
3	„	288,2	0,311	230	15	0,312	030	05	0,312	6,22
4	39,63	100,0	5,774	2350	48	5,777	2270	48	5,775	—
5	„	144,85	3,962	8570	93	3,974	3720	61	3,968	39,64
6	„	288,2	1,988	4680	68	1,984	5550	75	1,986	39,63
7	„	359,9	1,586	1230	35	1,591	475	22	1,589	39,71
8	267,54	288,2	13,391	13100	114	13,429	10920	105	13,410	267,60
9	„	359,9	10,717	7580	87	10,740	10800	103	10,729	267,83

Polarm nicht ausgezogen.

Nr.	Fläche	Einstellung des Fahrarmes	Ablesung zunehmend			Ablesung abnehmend			Mittel n → u. ←	Mit dem Planimeter gefundene Fläche
			n	m^2	m	n	m^2	m		
	qcm									
1	6,23	100,0	1,066	0,00000400	0,0020	1,074	0,00000780	0,0028	1,070	—
2	„	144,85	0,733	430	21	0,732	320	18	0,732	6,22
3	„	288,2	0,366	670	26	0,368	1500	39	0,367	6,21
4	„	359,9	0,292	230	15	0,294	30	05	0,293	6,20
5	39,63	100,0	6,826	2685	52	6,838	2130	46	6,832	—
6	„	144,85	4,670	7767	88	4,684	4630	68	4,677	39,59
7	„	288,2	2,339	1650	41	2,347	1690	41	2,343	39,66
8	„	359,9	1,875	1950	44	1,879	1130	34	1,877	39,72
9	267,54	359,9	12,613	13280	115	12,670	18170	135	12,641	267,50
10	„	„	12,644	4270	65	12,669	15250	124	12,657	267,82

Bildet man aus den angegebenen 38 Resultaten (aus 380 Umfahrungen hervorgehend) wieder Gruppen nach den Umdrehungszahlen 0, 1 und 2, 3, 4, 5 und 6, 10, 11, 12 und 13, so findet man, beide Umfahrungsrichtungen zusammengefasst, die Mittelwerthe:

$n = 0{,}61$;	$m^2 = 0{,}00000423$;	$m = 0{,}0021$;	gerechnetes $m = 0{,}0023$
1,95	2294	48	42
5,31	4265	65	69
12,36	11672	108	106,

woraus bei Annahme des Gesetzes $m = dn = k + \mu \sqrt{n}$ gefunden wird.

$$m = -0{,}0002 + 0{,}00305 \sqrt{n}.$$

Hierfür kann man setzen: $m = 0{,}003 \sqrt{n}$ (welcher Werth auch erhalten wird, wenn von vornherein die Annahme $m = \mu \sqrt{n}$ erfolgt), sodass also für den mittleren Fehler einer Umfahrung einer gezeichneten Fläche

$$\mathbf{m = dn = \pm 0{,}003 \sqrt{n}} \quad \text{. . . . . (26}$$

angenommen werden kann.

Für die Genauigkeit gezeichneter Flächen ergiebt sich nunmehr nach Gl. 22 nachstehende Formel:

$$dF = \sqrt{\frac{F^2}{f^2}\, df^2 + 0{,}000009\, Ff} \quad \text{. . . . . (27}$$

welche der für die Stellung „Pol ausgezogen" giltigen Tabelle 4 zu Grunde gelegt ist.

Tabelle 4.

F	$f = 20$ qcm, $df = 0{,}010$			$f = 40$ qcm, $df = 0{,}018$			$f = 50$ qcm, $df = 0{,}022$		
	n	dF	$\frac{dF}{F}$	n	dF	$\frac{dF}{F}$	n	dF	$\frac{dF}{F}$
qcm									
20	1	0,061	$\frac{1}{328}$	0,5	0,085	$\frac{1}{235}$	0,4	0,095	$\frac{1}{210}$
50	2,5	0,098	$\frac{1}{510}$	1,25	0,136	$\frac{1}{368}$	1	0,152	$\frac{1}{329}$
100	5	0,143	$\frac{1}{699}$	2,5	0,196	$\frac{1}{510}$	2	0,217	$\frac{1}{461}$
200	10	0,214	$\frac{1}{935}$	5	0,283	$\frac{1}{707}$	4	0,313	$\frac{1}{639}$

Es ist selbstverständlich, dass für eine Doppelbeobachtung, wie sie in der Praxis vorgenommen zu werden pflegt, in den Ausdrücken für dF: $\frac{dn}{\sqrt{2}}$ statt dn gesetzt werden muss, sodass sich für diesen Fall ergiebt:

$$a) \text{ Probeflächen: } dF = \sqrt{\frac{F^2}{f^2} df^2 + 0{,}00000060\, Ff} \quad . \ . \ (28$$

$$b) \text{ gezeichnete Flächen: } dF = \sqrt{\frac{F^2}{f^2} df^2 + 0{,}00000450\, Ff} \quad . \ . \ (29$$

Der Fehler der gezeichneten Flächen kann nun wegen der Verschiedenheit der Contouren und wohl auch aus persönlichen Gründen nicht allgemein giltig angesehen werden; indessen giebt er jedenfalls einen beiläufigen Anhaltspunkt für die Genauigkeit, mit der solche Flächen bestimmt werden können, wenn er auch zur Vergleichung der Genauigkeit der beiden Instrumente weniger geeignet ist.

Dass aber auch die mit dem Präcisionsplanimeter erhaltenen Resultate bei gezeichneten Flächen mit den durch sorgfältige Construction, Messung und Rechnung gefundenen Flächenwerthen hinreichend übereinstimmen, zeigt die Vergleichung der in Tabelle 3 enthaltenen Daten, aus welchen zu entnehmen ist, dass die Unterschiede fast immer unter dem mittleren Fehler einer Bestimmung sind.

Wird das vorstehend Angeführte zusammengefasst, so ergiebt sich, dass das Präcisionspolarplanimeter, Patent Hohmann & Coradi, eine grössere Genauigkeit, namentlich für die in der Praxis häufiger vorkommenden kleinen Flächen, giebt, als das gewöhnliche Polarplanimeter, und dass dasselbe sowohl deshalb als auch wegen seines verhältnissmässig niederen Preises die vollste Beachtung und die ausbreitetste Anwendung mit Recht verdient.

Ein Luftthermometer.

Von
Universitätsmechaniker **F. Miller** in Innsbruck.

Von Seiten der Sternwarte in Pulkowa erhielt ich unlängst den Auftrag, ein Luftthermometer auszuführen, welches die Temperatur des Raumes, in welchem die grossen Fernrohre aufgestellt sind, mit möglichster Genauigkeit zu messen gestatte. Das Thermometer selbst sollte jedoch in einem anstossenden Zimmer aufgestellt und ohne Kathetometer abgelesen werden können.

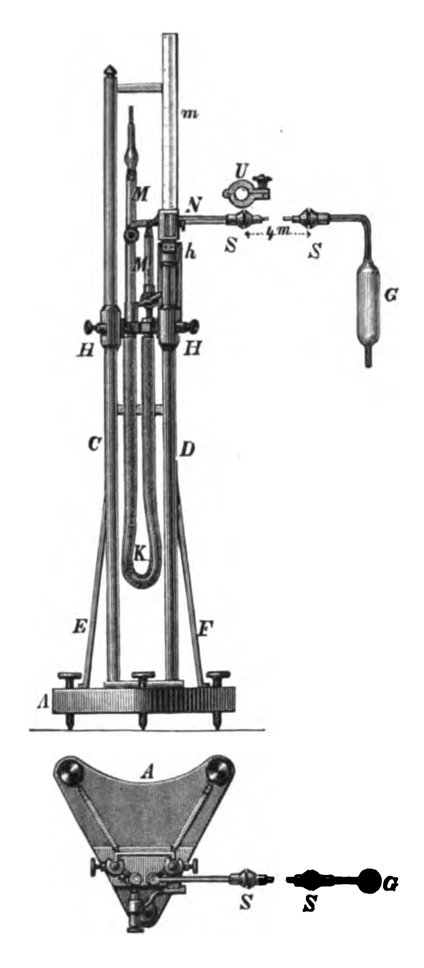
Zur Ausführung wurde im Allgemeinen die von Jolly angegebene und von Pfaundler modificirte Form benutzt, wie aus der beigegebenen Figur ersichtlich ist.

Auf dem dreieckig geformten Brette A, das mit Fussschrauben versehen ist, sind die beiden Messingstäbe C und D befestigt, die wieder durch die Stützen E und F gehalten werden. Längs der Messingstäbe sind die Hülsen H und H_1 verschiebbar; passende Fortsätze mit Charnieren nehmen die beiden, mit Stahlfassungen versehenen Manometerröhren M und M_1 auf. Zum Ablassen des Quecksilbers ist die Fassung der Röhre M_1 mit einem Dreiweghahn versehen.

Die Röhre M_1 endigt in eine rechtwinkelig umgebogene Capillarröhre und trägt



nahe der Verengung einen dunklen Glasfaden, die Jolly'sche Spitze. Das Thermometergefäss G wurde mit der Manometerröhre durch eine 4 m lange kupferne Röhre von sehr engem Caliber mittels der Stahlfassungen S S verbunden. Diese Fassungen bestanden aus conischen Stücken, die in Hohlconen genau eingeschliffen waren und von der Ueberwurfschraube U zusammengehalten wurden; beigelegte Gummischeibchen sicherten die Dichtung.



Das obere Ende der Röhre M ist mit einem ausgebauchten Glasgefässe versehen und dient zur Aufnahme von Chlorcalcium. Die Verbindung der beiden Manometerröhren geschieht durch den starken, gut übersponnenen und innen mit Firniss überzogenen Kautschukschlauch K.

Auf der rechtseitigen Messingstange verschiebt sich eine zweite Hülse h, die mit H_1 durch zwei Eisenschienen verbunden ist und den Maassstab m trägt, dessen Nullpunkt mit der Jolly'schen Spitze in einer Horizontalebene liegt. Auf diesem Maassstabe verschiebt sich der Nonius N; ein an demselben befestigter Arm trägt ein kleines mit Fadenkreuz versehenes Mikroskop, dessen Horizontalfaden mit dem Nullpunkte des Nonius in einer Ebene liegt.

Bei Bestimmung einer Temperatur wird nun das Fadenkreuz auf den Quecksilbermeniskus der Röhre M eingestellt und der Druck, unter welchem die Luft des Gefässes G steht, an dem Nonius abgelesen. Alles Uebrige kann als bekannt vorausgesetzt werden.

Der Besteller des Instruments sprach sich über die Leistung desselben sehr anerkennend aus und hatte nur die Bemerkung beizufügen, dass die Einstellung des Quecksilbers auf die Jolly'sche Spitze aus freier Hand schwierig sei, welchem Uebelstande indess durch Anbringung einer Mikrometerschraube leicht abgeholfen werden konnte.

Zur Theorie der Waage und Wägung.

Von

Dr. **M. Thiesen** in Berlin.

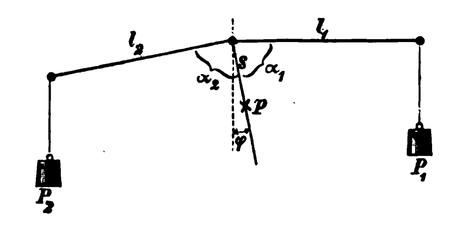
Die Waage gehört zu den ältesten und wichtigsten physikalischen Instrumenten; Wägungen sind — wenn man von der astronomischen Bestimmung grösserer Zeiträume absieht — diejenigen Messungen, welche sich mit der grössten relativen Genauigkeit ausführen lassen. Trotzdem und trotz der umfangreichen Litteratur scheint die Theorie der Waage und der Wägungsoperation selbst in ihren Grund-

lagen keineswegs soweit durchgebildet zu sein, als es wünschenswerth und thunlich ist. Wie zum Theil schon in dieser Zeitschrift angedeutet wurde[1]), enthalten die verbreitetsten Darstellungen — vor allen oft diejenigen, welche durch Benutzung mathematischer Formeln den Schein einer strengen Theorie erwecken — geradezu unrichtige Folgerungen über die an eine gute Waage zu stellenden Anforderungen und berühren die wichtigsten Punkte gar nicht oder ganz oberflächlich.

Auch die folgenden Aufsätze beanspruchen keineswegs, eine einigermaassen vollständige Discussion aller für die Beurtheilung von Waagen und Wägungen wichtigen Fragen zu liefern. Vor allem soll von technischem Detail möglichst abgesehen werden; dagegen soll das Bemühen darauf gerichtet sein, aus anerkannten Principien und an der Hand der Erfahrung in möglichst präciser Form die Bedingungen zu gewinnen, welche der Künstler seinerseits bei der Construction einer guten Waage zu verwirklichen suchen muss. Vorausgesetzt wird die für genaue Wägungen allein übliche Form der nahezu gleicharmigen Waage, bei der nur verhältnissmässig kleine Ausschläge beobachtet werden. Ferner sollen vorzugsweise die Bedürfnisse der Präcisionswägung berücksichtigt werden, bei welcher eine möglichst grosse Genauigkeit erstrebt, aber der Gewinnung jedes Wägungsresultates verhältnissmässig viel Zeit gewidmet wird, während in den allermeisten Fällen die Wägung ein Resultat von bestimmter, im Verhältniss zu dem Erreichbaren geringer Genauigkeit aber in kürzester Zeit und möglichst ohne Rechnung liefern soll.

I. Theorie der ideellen Waage.

Die Grundgleichungen der Theorie der Waage, falls man von allen Formänderungen, Reibungshindernissen u. dergl. absieht, sind seit lange bekannt; doch fehlt es meines Wissens an einer ausreichenden Discussion derselben.



Nimmt man an, dass die Schaalen vollkommen frei beweglich an den Endaxen hängen und keine eigenen Schwingungen ausführen, so kann man sich die Massen der Schaalen und der Belastungen in die Endaxen verlegt denken, und die Theorie der Waage fällt mit der des Pendels zusammen, für welches nur die einzelnen Bestimmungsgrössen näher zu entwickeln sind. Seien l_1, l_2 die Längen des rechten und linken Balkens, d. h. die Abstände der als gerade, mit der Mittelaxe parallele Linien gedachten Endaxen von der Mittelaxe; P_1, P_2 die an den Endarmen hängenden Massen (wie vorläufig angenommen werden soll, incl. der Schaalen und Gehänge); p die Masse des Balkens; s die Entfernung seines Schwerpunkts von der Mittelaxe; α_1, α_2 die Winkel, welche die Verbindungslinie zwischen Schwerpunkt und Mittelaxe mit den Balken d. h. den Verbindungslinien zwischen der Mittelaxe und den Endaxen bildet; φ der Winkel, welchen die Verbindungslinie zwischen Schwerpunkt

[1]) **Dittmar:** Ueber die Waage des Chemikers, Bd. I, S. 313. Da ich in den folgenden Aufsätzen möglichst wenig zu citiren und erst in einem Schlussartikel geschichtliche Daten zu geben beabsichtige, so möchte ich hier ein für allemal auf den Aufsatz von Dittmar bezüglich der Punkte verweisen, in denen jenem die Priorität zukommt.

und Mittelaxe bei der augenblicklichen Stellung des Balkens mit dem Lothe bildet, wobei dieser Winkel in dem Sinne positiv gerechnet werden soll, dass einer Hebung des rechten Balkens eine Vergrösserung von φ entspricht. Bei diesen Bezeichnungen ist das Drehmoment der Massen P_1, P_2, p, falls auf dieselben die beschleunigende Kraft der Schwere g wirkt — positiv gerechnet, wenn es eine Vergrösserung von φ bewirken würde — gleich

$$1. \qquad M = \{P_2\, l_2 \sin(\alpha_2 - \varphi) - P_1\, l_1 \sin(\alpha_1 + \varphi) - ps \sin\varphi\}\, g.$$

Setzt man unter Einführung der Grössen R und δ:

$$2. \qquad R\cos\delta = P_2\, l_2 \cos\alpha_2 + P_1\, l_1 \cos\alpha_1 + ps,$$

$$3. \qquad R\sin\delta = P_2\, l_2 \sin\alpha_2 - P_1\, l_1 \sin\alpha_1,$$

so gewinnt der Ausdruck für das Drehmoment die Form

$$4. \qquad M = -Rg\sin(\varphi - \delta).$$

Die Schwerkraft sucht also die Waage stets in die Gleichgewichtslage, d. h. in die Stellung zurückzuführen, für welche der Ausschlagswinkel gleich δ wird; die Kraft, mit welcher dies geschieht, hängt von der Entfernung aus der Gleichgewichtslage und von der Grösse R ab.

Von besonderer Bedeutung ist die Frage, wie sich die Gleichgewichtslage der Waage ändert, wenn die Belastung auf einer Seite geändert wird. Durch Division der Gleichungen 2. und 3. in einander ergiebt sich

$$5. \qquad \operatorname{tg}\delta = \frac{P_2\, l_2 \sin\alpha_2 - P_1\, l_1 \sin\alpha_1}{P_2\, l_2 \cos\alpha_2 + P_1\, l_1 \cos\alpha_1 + ps}.$$

Wir denken uns nun die Belastung des rechten Balkens P_1 um eine gewisse Grösse Δ_1 vermehrt und wählen Δ_1 so, dass die Waage dadurch in eine bestimmte Anfangsstellung zurückgeführt wird. Als diese Anfangsstellung dürfen wir nicht etwa den Werth Null d. h. die Stellung der Waage wählen, welche dieselbe in völlig unbelastetem Zustande annimmt, wenn die Formeln eine möglichst einfache Gestalt erhalten sollen. Denn da wir der Masse des Balkens einen Theil der Belastung zurechnen können, so hat die Lage des Schwerpunktes des Balkens allein, von der eben nach der eingeführten Bezeichnung die Nullstellung abhängt, keine irgendwie hervorragende Bedeutung. Vielmehr denken wir uns die Waage durch die Zulage Δ_1 in diejenige Gleichgewichtslage übergeführt, bei welcher der rechte Waagebalken genau horizontal wird, welche also durch $\delta = 90° - \alpha_1$ gegeben ist. Setzt man demnach $90° - \alpha_1$ an Stelle von δ, und $P_1 + \Delta_1$ an Stelle von P_1 in die Gleichung 5. ein, so erhält man unter Benutzung der Gleichungen 2. und 3. die Definitionsgleichung für Δ_1:

$$\cot\alpha_1 = \frac{R\sin\delta - \Delta_1\, l_1 \sin\alpha_1}{R\cos\delta + \Delta_1\, l_1 \cos\alpha_1},$$

und durch deren Auflösung, wenn noch für α_1 und α_2 die complementären Winkel β_1 und β_2 eingeführt werden,

$$6. \qquad \Delta_1\, l_1 = R\sin(\delta - \beta_1) = P_2\, l_2 \cos(\beta_1 + \beta_2) - P_1\, l_1 - ps\sin\beta_1.$$

Andererseits geben die Gleichungen 2. und 3., wenn sie resp. mit $\cos\beta_1 = \sin\alpha_1$ und $\cos\beta_2 = \sin\alpha_2$ multiplicirt und addirt werden,

$$7. \qquad R\cos(\delta - \beta_1) = P_2\, l_2 \sin(\beta_1 + \beta_2) + ps\cos\beta_1;$$

oder auch bei Benutzung der durch 6. gegebenen Beziehung

$$8. \qquad R\cos(\delta - \beta_1) = \frac{P_2\, l_2 \sin\beta_2 + (P_1 + \Delta_1)\, l_1 \sin\beta_1 + ps}{\cos\beta_1}.$$

Eliminirt man R aus den Gleichungen 6. und 7. oder 8., so ergiebt sich unter Einführung der Bezeichnung

9. $$e_1 = \frac{\operatorname{tg}(\delta - \beta_1)}{\Delta_1}:$$

10. $$e_1 = \frac{l_1}{P_2\, l_2 \sin(\beta_1 + \beta_2) + ps \cos\beta_1} = \frac{l_1 \cos\beta_1}{P_2\, l_2 \sin\beta_2 + (P_1 + \Delta_1)\, l_1 \sin\beta_1 + ps}.$$

Diese Gleichungen zeigen, dass die Zulage, welche auf der rechten Seite der Waage gemacht werden muss, um dieselbe aus derjenigen Gleichgewichtslage, bei welcher der rechte Arm der Waage horizontal steht, in eine beliebige neue überzuführen, proportional der Tangente des von jener Anfangsstellung aus gerechneten, der neuen Gleichgewichtslage entsprechenden Ausschlagwinkels ist. Den Quotienten e_1, welcher nur von den Constanten der Waage und den Belastungen in der Anfangsstellung (P_2 und $P_1 + \Delta_1$) abhängt, nennen wir die Empfindlichkeit der Waage auf der rechten Seite. Für die linke Seite der Waage lässt sich in ähnlicher Weise eine Empfindlichkeit e_2 bestimmen; doch müssen die Gleichgewichtslagen hier von der Stellung aus gerechnet werden, bei welcher der linke Balken horizontal steht. Diese beiden Anfangsstellungen unterscheiden sich also um den Winkel $\beta_1 + \beta_2$ und fallen nur zusammen, wenn die drei Axen der Waage in einer geraden Linie liegen.

Ein weiterer sehr wesentlicher Punkt für die Beurtheilung einer Waage ist deren Schwingungsdauer. Wie schon erwähnt, fungirt die Waage als ein Pendel, dessen Schwingungsdauer T für genügend kleine Schwingungsbogen aus ihrem Trägheitsmoment $\mathfrak{M}$, dem durch Gleichung 4. gegebenem Drehmomente der Schwere und der Länge des einfachen Secundenpendels durch die Formel gegeben ist:

11. $$T^2 = \frac{\mathfrak{M}}{R\,L}.$$

Bei Berechnung des Trägheitsmomentes $\mathfrak{M}$ trennen wir das Moment des Balkens von dem der Belastung und setzen das erstere gleich $\lambda^2 p$. Für R führen wir denjenigen Werth ein, der sich aus den Gleichungen 7. und 10. ergiebt. Dann wird

12. $$T^2 = e_1 \frac{P_2\, l_2^2 + P_1\, l_1^2 + p\lambda^2}{L\, l_1} \cos(\delta - \beta_1).$$

Die Bedeutung der durch Gleichung 12. gegebenen Beziehung zwischen der Empfindlichkeit und der Schwingungsdauer einer Waage liegt, wie schon an dieser Stelle bemerkt werden möge, hauptsächlich darin, dass in dieselbe keine erheblichen Aenderungen unterworfenen Constanten der Waage eintreten. Dieselbe erlaubt daher, die oft leichter und genauer auszuführende Bestimmung der Schwingungsdauer an Stelle der Bestimmung der Empfindlichkeit treten zu lassen.

Die bisher noch ganz strenge Formel 12. wird bei einer gut justirten Waage mit Rücksicht darauf, dass die Empfindlichkeit und also auch die Schwingungsdauer stets nur mit einer verhältnissmässigen geringen Genauigkeit zu bestimmen ist, in der Regel wesentlich vereinfacht werden können. Setzt man

$$P_1 = P_2 = P \text{ und } l_1 = l_2 = l,$$

setzt man ferner $\cos(\delta - \beta_1) = 1$ und $\lambda^2 = \vartheta l^2$, wo ϑ eine von der Balkenform abhängige Zahl ist, und ändert man die Bezeichnung e_1 in e, da bei den gemachten Vernachlässigungen die beiderseitigen Empfindlichkeiten der Waage sich nicht mehr unterscheiden, so wird

13. $$T^2 = e\,\frac{l}{L}\,(2\,P + \vartheta p).$$

Bei der Discussion der durch Gleichung 13. gegebenen Beziehung wird es nützlich sein, den in der Klammer stehenden Ausdruck in etwas anderer Form geschrieben zu denken. Nach den bisherigen Herleitungen ist unter P die einseitige Belastung des Balkens zu verstehen, welche sich aus der **nutzbaren Belastung** und dem Gewichte der Gehänge und Schaalen zusammensetzt. Wir wollen im Folgenden unter P nur die nutzbare Belastung verstehen und das Gewicht der Gehänge und Schaalen mit der Grösse $^1/_2\, \vartheta p$, dem **reducirten Gewichte des Balkens**, zu einer neuen Grösse, der **todten Last**, welche mit π bezeichnet werden soll, vereinigen. Die Grösse $(P + \pi)$ nennen wir das **reducirte Gesammtgewicht** oder auch nur **Gesammtgewicht**, wenn kein Irrthum möglich ist, und bezeichnen sie mit Q. An Stelle von 13. tritt demnach die Beziehung

$$14. \qquad T^2 = 2\, e\, Q\, \frac{l}{L}\,.$$

Bei einem bestimmten Gesammtgewichte hängt hiernach die Empfindlichkeit einer Waage bei gegebener Schwingungsdauer lediglich von der Balkenlänge ab und ist umgekehrt proportional mit derselben. Da bei einem kurzen Waagebalken überdies bei gleicher nutzbarer Belastung das Gesammtgewicht geringer ausfällt, so würde nach den bisher allein geltend gemachten Gesichtspunkten ein kurzer Balken den entschiedenen Vorzug verdienen. Da das Gesammtgewicht stets grösser als die nutzbare Belastung ist, so ist bei einer bestimmten Belastung, Balkenlänge und Schwingungsdauer der erreichbaren Empfindlichkeit eine ganz bestimmte Grenze gesteckt. Eine Balkenconstruction, welche gestattet, den Balken sehr leicht und von geringem Trägheitsmoment herzustellen, und die Wahl von sehr leichten Schaalen und Gehängen kann nahe an die Grenze heranführen, bei welcher die todte Last ganz zu vernachlässigen ist, bewirkt aber immer nichts Anderes, als dass einer bestimmten Empfindlichkeit und Schwingungsdauer ein etwas grösseres nutzbares Gewicht entspricht als bei einer Waage mit schwererem Balken. Man wird daher auch wenigstens bei Waagen von grösserer Tragfähigkeit, bei welchen die todte Last nur ein Bruchtheil von der nutzbaren ist, erwarten dürfen, dass die Empfindlichkeit bei gleicher Belastung und Schwingungsdauer bei Waagen der verschiedensten Constructionen wesentlich nur von der Balkenlänge abhängt.

Da schon praktische Gründe — der Mangel an Raum für die Lasten bei sehr kurzen Balken — der Balkenlänge bald eine untere Grenze setzen, so kann bei gegebener Belastung und Schwingungsdauer auch die Empfindlichkeit nicht über eine gewisse Grenze gesteigert werden. Es entsteht hier die Frage wie bei einer gegebenen Waage und Belastung, die Empfindlichkeit resp. die nach Formel 14. von derselben abhängige Schwingungsdauer zu reguliren ist, um das vortheilhafteste Resultat zu erhalten. Nimmt man an, wie bei der bisher gemachten Voraussetzung der Unveränderlichkeit aller maassgebenden Factoren angenommen werden muss, dass die Genauigkeit der Wägung direct proportional der Empfindlichkeit der Waage ist, und setzt man ferner voraus, dass die Dauer einer Wägung der Schwingungsdauer der Waage proportional ist, so ergiebt sich, dass die Genauigkeit, mit der man in einer gewissen Zeit ein Wägungsresultat erhält, mit der Zunahme der Schwingungsdauer und also auch der Empfindlichkeit wächst. Denn die Empfindlichkeit ist nach Formel 14. proportional mit T^2, die Zahl der in einer bestimmten Zeit zu erhaltenden Wägungen proportional mit $1/T$; da nun nach den Grundsätzen der Wahrschein-

lichkeitsrechnung die Genauigkeit proportional mit der Wurzel aus der Zahl der Beobachtungen wächst, so resultirt schliesslich eine mit $T^{3/2}$ oder mit $e^{3/4}$ proportionale Zunahme an Genauigkeit. Die Zunahme wird noch grösser, wenn man bedenkt, dass die Zeit, welche eine Wägung in Anspruch nimmt, in geringerem Maasse von der Schwingungsdauer abhängt, als oben vorausgesetzt wurde, und dass die zur Berechnung nöthige Zeit davon unabhängig ist. Nach den bisher maassgebenden Gesichtspunkten würde es sich daher empfehlen, eine Waage möglichst empfindlich zu stellen.

Wie schon erwähnt, kann Formel 14. dazu dienen, die Empfindlichkeit einer Waage aus deren Schwingungsdauer abzuleiten. Die verschiedenen in die Relation eingehenden Grössen sind leicht mit hinreichender Genauigkeit zu messen mit alleiniger Ausnahme der in dem reducirten Gesammtgewichte Q enthaltenen Grösse π, soweit dieselbe von dem Trägheitsmomente des Balkens abhängt. Denn die gebräuchlichen Balkenformen sind derartig, dass eine Berechnung des Trägheitsmomentes aus den Dimensionen und der Dichte des verwandten Materiales nur zu ungenauen Resultaten führen kann. Es genügt jedoch, bei einer bestimmten Belastung und bei einem bestimmten Zustande der Waage gleichzeitig T und e zu bestimmen und daraus π zu berechnen, um dann in allen anderen Fällen e aus T ableiten zu können.

Wir gehen jetzt zur Besprechung der Aenderung der Empfindlichkeit und also auch der Schwingungsdauer bei derselben Waage durch Aenderung der Belastung über. Aus Gleichung 10. ergiebt sich, dass der reciproke Werth der Empfindlichkeit eine lineare Function der Belastung ist. Ob die Empfindlichkeit mit der Belastung zunimmt, von derselben unabhängig ist oder mit wachsender Belastung abnimmt, hängt lediglich davon ab, ob der Winkel $\beta_1 + \beta_2$ negativ, veschwindend klein oder positiv ist, d. h. ob die Verbindungslinie der Endaxen über, in, oder unter die Mittelaxe fällt. Ist $\beta_1 + \beta_2$ negativ oder verschwindend klein, so muss s positiv sein, d. h. der Schwerpunkt des Waagebalkens unter der Mittelaxe liegen, wenn die Waage im stabilen Gleichgewicht und brauchbar sein soll. Für ein negatives $\beta_1 + \beta_2$ giebt es aber eine Maximalgrenze der Belastung, für welche die Empfindlichkeit unendlich gross und jenseits welcher die Waage instabil wird; diese Grenze ist gegeben durch

$$15. \qquad P_2 = -\frac{ps\cos\beta_1}{l_2\sin(\beta_1+\beta_2)}.$$

Dieselbe Gleichung giebt für ein positives $(\beta_1 + \beta_2)$, aber negatives s, d. h. für eine Waage, deren Mittelschneide höher liegt als die Endschneiden, deren Balken aber für sich allein instabil ist, die Minimalgrenze der Belastung an, von der an die Waage erst brauchbar wird.

Die Aenderung der Schwingungsdauer hängt nach Gleichung 14. sowohl von der Aenderung der Belastung als auch von der Aenderung der Empfindlichkeit ab. Wächst die Empfindlichkeit mit steigender Belastung oder bleibt sie auch nur constant, so muss die Schwingungsdauer zunehmen; dagegen kann eine Abnahme der Empfindlichkeit mit einer Zu- oder Abnahme oder auch Constanz der Schwingungsdauer verbunden sein. Am wichtigsten sind die Grenzfälle, wenn entweder die Empfindlichkeit oder die Schwingungsdauer constant ist; die Discussion der dazwischen liegenden Möglichkeiten ergiebt sich leicht aus der Discussion der Grenzfälle.



Ist die Empfindlichkeit von der Belastung unabhängig, so ist nach Gleichung 14. die Schwingungsdauer der Waage proportional der Quadratwurzel aus der Gesammtbelastung. Bei einer Kilogrammwaage, deren todtes Gewicht gleich $^1/_5$ des nutzbaren wäre, würden z. B. die Schwingungsdauern bei einer Belastung von 0, 100, 500, 1000 g sich wie $\sqrt{2} : \sqrt{3} : \sqrt{7} : \sqrt{12}$ oder wie $\frac{1}{2{,}45} : \frac{1}{2} : \frac{1}{1{,}30} : 1$ verhalten; bei einer Belastung mit 100 g würde die Waage doppelt so rasch schwingen, als bei der Maximalbelastung. Die absolute Grösse der Schwingungsdauer würde noch von der Empfindlichkeit und Balkenlänge abhängen, z. B. für $l = 300$ mm und $e = \frac{1}{400 \text{mg}}$ (d. h. wenn 1 mg Uebergewicht bei einer 400 mm langen Zunge einen Ausschlag von 1 mm bewirkt), da L für approximative Rechnungen gleich 994 mm gesetzt werden kann, bei der Maximalbelastung nach Gleichung 14. gleich $\sqrt{\frac{1}{400}\,\frac{300}{994}\,1200\,000} = 30^{\text{sec}}$ sein. Der Fall, dass die Empfindlichkeit unabhängig von der Belastung ist, hat noch insofern ein besonderes Interesse, als in diesem Falle die beiden Null-Lagen, von denen aus die Gleichgewichtslagen gezählt werden müssen, wenn die Tangenten der Ausschlagswinkel den Uebergewichten proportional werden sollen, in diesem Falle in eine zusammen fallen.

Gewöhnlich wird der Fall, dass die drei Axen in derselben Ebene liegen, die Empfindlichkeit also eine constante ist, vorzugsweise oder gar ausschliesslich behandelt und wenigstens als der günstigste soweit als möglich herbeizuführende angesehen. Abweichungen von dieser Bedingung dürfen aber, abgesehen von den Formveränderungen des Balkens, welche die einmal erreichte Bedingung wieder aufheben, schon deshalb nicht vernachlässigt werden, weil es kaum möglich sein dürfte, durch die üblichen Justireinrichtungen diese Bedingung in genügender Weise zu erreichen. Auch an sich ist die Herbeiführung einer constanten Empfindlichkeit praktisch nicht von einer solchen Bedeutung, dass man nicht häufig suchen müsste, andere Relationen zwischen Empfindlichkeit und Schwingungsdauer herbeizuführen.

Der zweite, wie mir scheint, ebenso wichtige Grenzfall ist erreicht, wenn die Schwingungsdauer der Waage von ihrer Belastung unabhängig ist. In diesem Falle muss die Empfindlichkeit der Waage mit wachsender Belastung abnehmen, und zwar ist, wie Gleichung 14 ergiebt, der reciproke Werth der Empfindlichkeit der Gesammtbelastung proportional. In dem oben numerisch durchgeführten Beispiele einer Kilogrammwaage kann man sich dieselbe z. B. so justirt denken, dass sie bei einer gleichen Schwingungsdauer von 30^s durch 1 mg Uebergewicht und bei einer Belastung von resp. 0, 100, 500, 1000 g Ausschläge von resp. 6, 4, $^{12}/_7 = 1{,}71$, 1 mm giebt. Wie sich aus Verbindung der Gleichungen 7 und 13 unter Vernachlässigung höherer Potenzen der Grössen β_1 und β_2 und der Unterschiede der P und C ergiebt; tritt der Fall einer von der Belastung unabhängigen Schwingungsdauer ein, wenn

$$16. \qquad \beta_1 + \beta_2 = \frac{S}{l\,\vartheta}$$

ist, und die Ausdrücke für Empfindlichkeit und Schwingungsdauer gehen über in

$$17. \qquad e = \frac{1}{(\beta_1 + \beta_2)\,Q}$$

$$18. \qquad T^2 = \frac{2}{(\beta_1 + \beta_2)}\,\frac{l}{L}$$

Diese Ausdrücke erlauben auch an einer Waage, welche eine von der Belastung unabhängige Schwingungsdauer zeigt, den Werth von $\beta_1 + \beta_2$ zu berechnen. In dem numerisch behandelten Beispiele wird $\beta_1 + \beta_2 = {}^1/_{3000}$, und also liegt die Mittelaxe um $^1/_2\, l\, (\beta_1 + \beta_2) = 0{,}05$ mm über der Linie welche die Endaxen mit einander verbindet. Es ist dies eine Grösse, welche durch directe Messungen festzustellen, ohne die Theorie der Waage zu Hülfe zu nehmen, bei den vorliegenden Verhältnissen kaum möglich sein würde.

Zwischen den näher betrachteten Grenzfällen liegen nun alle übrigen bei der Justirung einer Waage möglichen Fälle, die sich in die drei folgenden Klassen gruppiren lassen.

1. $\beta_1 + \beta_2$ grösser als $\frac{s}{l\,\vartheta}$ und positiv: mit wachsender Belastung nehmen Empfindlichkeit und Schwingungsdauer ab. Ist s negativ, so wird die Waage erst von einer bestimmten Belastung an brauchbar.

   Grenzfall $\beta_1 + \beta_2 = \frac{s}{l\,\vartheta}$ und positiv; mit wachsender Belastung nimmt die Empfindlichkeit ab; die Schwingungsdauer bleibt constant.

2. $\beta_1 + \beta_2$ kleiner als $\frac{s}{l\,\vartheta}$ und positiv: mit wachsender Belastung nimmt die Empfindlichkeit ab; die Schwingungsdauer wächst.

   Grenzfall $\beta_1 + \beta_2 = 0$: Bei wachsender Belastung bleibt die Empfindlichkeit constant; die Schwingungsdauer wächst.

3. $\beta_1 + \beta_2$ negativ: mit wachsender Belastung nehmen Empfindlichkeit und Schwingungsdauer zu. Die Waage ist nur bis zu einer bestimmten Belastung brauchbar.

In einem folgenden Artikel sollen zunächst die Modificationen betrachtet werden, welche in diesen Verhältnissen durch die elastischen, durch die Belastung verursachten Formveränderungen bewirkt werden.

Zur Geschichte der Entwickelung der mechanischen Kunst.

Von

Dr. **L. Loewenherz** in Berlin.

III. Die Feineintheilung von Kreisen.

Schon in sehr früher Zeit wurden Kreisbögen und Vollkreise astronomischer Instrumente mit Hülfe von Stangenzirkeln eingetheilt. Bis nahe zum Ende des 17. und auch noch im Anfange des 18. Jahrhunderts wurden Theilungen bis zu ganzen oder halben Graden in der Regel durch eine Combination von Halbirungen, Dreier- und Fünfertheilungen ermittelt und unmittelbar auf dem Kreisbogen verzeichnet; behufs Ablesung weiterer Unterabtheilungen wurde ausserdem ein Netz von concentrischen Kreisbögen und Transversallinien beigefügt. Als Transversale wählte man auch bei Kreistheilungen ursprünglich gerade Linien, nach Leupold[1])

[1]) Theatrum arithmetico-geometricum von Jacob Leupold, 2. Aufl. (S. 187) Leipzig 1774. Die erste Auflage erschien 1727. Das Buch enthält reichhaltige Mittheilungen über Eintheilung von geometrischen Instrumenten und über die dazu erforderlichen Werkzeuge. Die Theilung feinerer Instrumente wird jedoch nicht berührt.



soll zuerst Benj. Bramer in seinem „Tractat von Theilung der mathematischen Instrumente“, Marburg (1615), darauf hingewiesen haben, dass hier kreislinige Transversalen anzuwenden sind.

Als zuerst das Bedürfniss nach genaueren Theilungen sich fühlbar machte, ging man nicht sofort daran, die bis dahin übliche Methode der Eintheilung mittels Zirkel zu vervollkommnen, sondern ersann neue Methoden. Schon im Jahre 1664 versuchte Robert Hooke die Theilstriche durch Einkerbungen am äusseren Rande des Limbus zu ersetzen, in welche eine Schraube ohne Ende eingriff. Die Abstände der Zähne gaben nicht unmittelbar Grade und Minuten an, sondern mussten erst auf solche reducirt werden. Obwohl die ersten besseren Theilungen, welche überhaupt ausgeführt wurden, dem Hooke'schen Verfahren entstammten, erkannte man doch bald seine Unvollkommenheit und kehrte zur Zirkeleintheilung zurück. Olaf Römer suchte diese (vor 1710) in der Art umzuformen, dass er ein kleines Intervall durch den ganzen Umfang des einzutheilenden Bogens hindurch wiederholt auftrug. Aber auch diese Neuerung, welche später (1740) Hindley wieder aufnahm, fand keinen dauernden Beifall. Die Eintheilung mit Stangenzirkeln hat zuerst Graham (1725) weiter ausgebildet, indem er die auf blossem Probiren beruhende Dreier- und Fünfertheilung zurückwies und nur die Halbirung der Bögen beibehielt; er war es auch, der zuerst die Transversaltheilung verwarf. Die grösste Vervollkommnung erreichte die Handeintheilung durch Bird um 1745, sein Verfahren bestand darin, die Sehnenlänge für gewisse Bögen zu berechnen, sie hierauf mit Hülfe eines sehr genauen Maassstabes in Stangenzirkeln zu nehmen und auf den zu theilenden Kreis aufzutragen, zugleich aber jene Bögen von vornherein so zu wählen, dass durch fortgesetzte Halbirung schliesslich die verlangten kleinsten Unterabtheilungen erhalten werden. Der deutsche Mechaniker Brander hat das Bird'sche Verfahren unter Benutzung von Glasscalen angewandt.

Während die Zirkeleintheilung nach Bird noch bis zum Ende des vorigen Jahrhunderts zur Herstellung von Originaltheilungen in England allgemein üblich war, hatte der Herzog von Chaulnes bereits im Jahre 1768 ein Verfahren veröffentlicht, um die Theilung eines Kreisbogens mittels eines optischen Stangenzirkels, d. i. zweier in verschiedenen Abständen mit einander fest zu verbindender und zusammen um das Centrum des Kreisbogens drehbarer Mikrometermikroskope, festzulegen. Dieses Verfahren wurde später durch Reichenbach (1800) neu erfunden und durch ihn sowie durch Kater (1814) in der ingeniösesten und vollkommensten Weise zur sog. „Lufttheilung“ ausgebildet. Auch Edward Troughton scheint die Veröffentlichung des Herzogs von Chaulnes nicht gekannt zu haben, als er 1785 auf den Gedanken kam, ein ganz ähnliches Verfahren zur Ermittelung der Fehler einer zuerst nur provisorisch auf dem Kreis aufgebrachten Theilung anzuwenden und die letztere hierauf durch eine corrigirte, definitive Theilung zu ersetzen.

Das Vorgehen Troughtons, dem Kreis eine provisorische Theilung zu geben und diese sodann durch eine corrigirte zu ersetzen, wurde vielfach von späteren englischen Mechanikern, z. B. von Ross (1830) und Simms (1843), nachgeahmt; die Nachahmung erstreckte sich aber nicht auf E. Troughton's durchaus eigenartige Methode zur Herstellung der provisorischen Theilung. Hierzu liess T. eine getheilte Rolle, deren Umfang zum Kreisumfang in rationalem Verhältniss stand, sich auf dem Rande des Kreises abwickeln. Den Theilstrichen der Rolle entsprechend wurden

auf dem Kreise die provisorischen Theilstriche angebracht. Die Rolle wurde gleichzeitig dazu verwandt, die corrigirte Theilung auf Grund der provisorischen festzulegen, und endlich zwischen den corrigirten Strichen Unterabtheilungen aufzutragen.

Zur Herstellung der letzteren hat übrigens wiederholt, auch wenn die Haupttheilstriche nach dem Lufteintheilungsverfahren gefunden wurden, die Schraube ohne Ende Verwendung gefunden. Unter anderem hat Oertling bei Herstellung der Muttertheilung seiner Theilmaschine (1840) ein derartig combinirtes Verfahren eingeschlagen.

Bis weit über die Mitte des vorigen Jahrhunderts hinaus war man gezwungen, die Kreise eines jeden besseren wissenschaftlichen Instruments für sich zu theilen; nur für rohere Feldmessinstrumente u. dergl. benutzte man Proportionalzirkel, Proportionallineale und ähnliche Werkzeuge[1]), welche mit geeigneten Scalen versehen waren. Eine Vorrichtung zur Uebertragung einer Originaltheilung auf andere Kreise, eine Kreistheilmaschine, construirte zuerst gegen 1740 der Uhrmacher Hindley zu York. Ihre Einrichtung wurde erst viele Jahre später, 1786, durch Smeaton bekannt gemacht. Vorher, 1765, hatte auch der Herzog von Chaulnes eine Theilmaschine in Vorschlag gebracht. Die erste zur sicheren und schnellen Ausführung guter Theilungen brauchbare Maschine wurde von Ramsden im Jahre 1774 vollendet; sie basirte im Wesentlichen auf Hooke's Theilungsprincip. In den Rand des Hauptkreises, mit dem der zu theilende Kreis fest verbunden war, griff eine Schraube ohne Ende ein, deren Ganghöhe einem bestimmten Theil des Kreisumfangs genau entsprach und durch deren Drehung nach und nach andere Stellen des zu theilenden Kreises unter das Reisserwerk gebracht wurden; die Lage der einzureissenden Theilstriche wurde durch die Zahl der Schraubenumdrehungen ermittelt. Die Ramsden'sche Maschine bildete die Grundlage für alle späteren englischen Theilmaschinen; die Maschinen, welche die Gebrüder Troughton (1778 und 1793), Stancliffe (1788), James Allan (1810), Andrew Ross (1830) bauten, beruhten durchweg auf Ramsden's Vorbild, ihre Verbesserungen zielten theils auf möglichst correcte Herstellung der Schraube und der Zähne am Theilkreis, in welche jene einfällt, theils auf thunlichste Berichtigung der Lage dieser Zähne am Kreisumfang, theils überhaupt auf Aufhebung aller kleinen Unregelmässigkeiten des Eingriffs und der Bewegung.

Auch viele der ausserhalb Englands construirten Kreistheilmaschinen fussen auf der Ramsden'schen u. a. Gambey's Maschine; auch in Deutschland ist Ramsdens Construction vielfach als Vorbild benutzt worden, z. B. von Mendelssohn, von Pistor u. a.

In Deutschland ist aber ausserdem (um 1803) eine auf durchaus anderen, übrigens früher schon vom Herzog von Chaulnes angegebenen Principien basirende Kreistheilmaschine durch Reichenbach construirt worden. Während nämlich Ramsden die Einstellung seiner Kreise ausschliesslich mittels der Schraube ohne Ende bewirkt, führt Reichenbach die Einstellung auf optischem Wege aus, indem er die Theilstriche des Originalkreises der Reihe nach unter ein feststehendes Mikrometer-Mikroskop bringt und ihnen entsprechend mit dem Reisserwerk auf dem anderen Kreise die neue Theilung entwirft.

Später (um 1840) haben Girgensohn und Oertling Theilmaschinen hergestellt,

---

[1]) Vergl. Leupold a. a. O. S. 61, 91 u. f.

welche die Ramsden'schen und die Reichenbach'schen Einrichtungen vereinten, deren Kreise also sowohl mittels der Schraube als auf optischem Wege eingestellt werden konnten, deren optische Einstellung indessen für die eigentlichen Theilungsarbeiten — abgesehen von der Herstellung der Muttertheilung — nur selten benutzt zu werden pflegten. Es ist übrigens nicht unwahrscheinlich, dass bereits Pistor bei seiner im Jahre 1819 vollendeten Theilmaschine eine Combination der mechanischen und der optischen Einstellung vorgesehen hat.

Oertling in Berlin und etwa gleichzeitig Simms in London haben zuerst automatisch wirkende Kreistheilmaschinen construirt, welche nach einmaliger Zurichtung, ohne Beihülfe von Menschenhand, die Theilung eines Kreises ausführen. Bald darauf hat auch Martins in Berlin der von Pistor gebauten und von ihm selbst verbesserten Theilmaschine Einrichtungen zum selbstthätigen Betrieb hinzugefügt.

Nach diesem kurzen Ueberblick wollen wir zuerst auf die Herstellung von Originaleintheilungen und hierauf auf die Construction von Kreistheilmaschinen näher eingehen.

1. Die Herstellung von Originaleintheilungen.

Im Wesentlichen könnte man drei getrennte Verfahren unterscheiden, welche zur Herstellung von Originalkreiseintheilungen in Anwendung gekommen sind, die Eintheilung mittels mechanischer Stangenzirkel, die Eintheilung mittels einer auf dem Rande des Theilkreises sich abwickelnden Schraube oder Rolle, und die Eintheilung mittels optischer Stangenzirkel. Eine solche Trennung in der folgenden Darstellung streng durchzuführen, wäre unzweckmässig, schon weil die Methoden mehrfach combinirt auftreten.

Obwohl die Eintheilung mittels Zirkel das ursprünglichere Verfahren bildet, ist doch das erste mit einer genaueren Theilung versehene astronomische Instrument nach dem an zweiter Stelle genannten Verfahren, mittels der Schraube, eingetheilt worden. Es war dies ein Mauerquadrant von $6^1/_2$ Fuss (nahe 2 m) Radius, welchen Abraham Sharp im Jahre 1689 für Flamsteed[1]) herstellte und welcher übrigens ausser mit Einkerbungen für die Schraube noch mit Transversaltheilung versehen war. Bereits vorher hatte Tompion im Auftrage Hooke's einen Quadranten hergestellt und denselben nach des Letzteren Anweisung mittels einer Schraube ohne Ende eingetheilt.

Hooke beschreibt diesen Quadranten in den von ihm im Jahre 1674 herausgegebenen „Anmerkungen zur Machina coelestis des Hevelius." Beschreibung und Zeichnung mögen hier folgen, die letztere nach J. G. Geissler's Angaben[2]). Auf das Centrum des Quadranten (Fig. 1) ist eine kurze Axe *d* aufgesteckt, um welche sich das Lineal *k* dreht. Dieses ist bei *L* an das in Fig. 2 besonders dargestellte Schraubwerk festgeklemmt. Den wesentlichsten Theil des letzteren bildet die Stange *s*, in welche bei *n* ein Schraubengewinde eingeschnitten ist; in Fig. 1 wird

---

[1]) Nach Smeaton in seinen „Observations on the graduation of astronomical instruments." Philos. Transaction 1786, welcher vortreffliche Aufsatz die meisten Daten über die Anfänge genauer Theilungen in England enthält.

[2]) Ueber die Bemühungen der Gelehrten und Künstler mathematische und astronomische Instrumente einzutheilen, von J. G. Geissler, Dresden 1792. Waltherische Hofbuchhandlung.

letzteres durch das übergreifende Lineal *k* verdeckt. In den Rand des Quadranten sind, in der Zeichnung nicht sichtbare, feine Zähne eingeschnitten, in welche das Gewinde *n* eingreift. Zum Zwecke genauerer Justirung lässt sich die Stange *s* mit dem Vorstecker *t*, in welchem ihr eines Ende gelagert ist, etwas verstellen. Die Drehung der Schraubenstange *s* kann entweder mittels der Kurbel *x* oder vom Mittelpunkt des Quadranten her mittels der Kurbel *p* bewirkt werden. Die letztere steht durch die

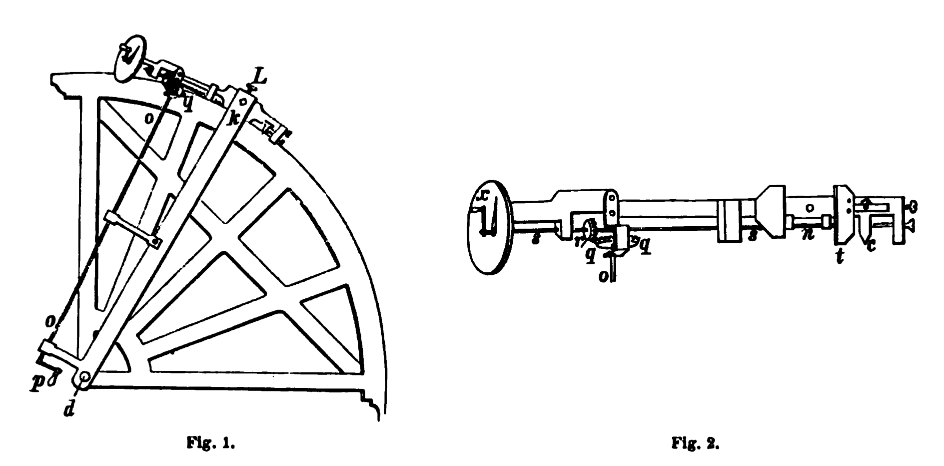


Fig. 1. Fig. 2.

Stange *o* und das Zahngetriebe *q* und *r* mit dem Schraubwerk in Verbindung, mit der ersteren Kurbel dreht sich ein Zeiger, der auf einer getheilten Scheibe die jeweilige Phase der Schraubenumdrehung anzeigt. Auf dem Kreis werden entsprechend den Schraubenumgängen feine Punkte mit Zahlen angebracht, zu deren Ablesung der zugespitzte Zeiger *c* dient. Das Verhältniss dieser Theilung zu Graden, Minuten und Secunden wird besonders ermittelt und in eine Hülfstafel eingetragen.

Dem Hooke'schen Verfahren in seiner einfachsten, eben dargelegten Gestalt haften noch erhebliche Unvollkommenheiten und Nachtheile an, indem auf die Verschiedenheit der Einkerbungen, welche durch verschiedene Dichte des Metalls herbeigeführt werden, auf die Ungleichmässigkeit der einzelnen Schraubenwindungen und anderes keine Rücksicht genommen wird. Vom Herzog von Chaulnes rührt eine eingehende Würdigung des Hooke'schen Theilungsverfahrens her[1]). Ch. wollte einen Halbkreis aus Kupfer von 1 par. Fuss (325 mm) Radius eintheilen und versah ihn deshalb mit einer sectorförmigen, etwa 50° bedeckenden Alhidade, welche an ihrem den Rand des Halbkreises überragenden Theil eine tangential zur Peripherie gelagerte Schraube trug. Mit dieser Schraube schnitt er Zähne in den Halbkreis. Er bestimmte sodann auf optischem Wege, durch zwei Fernrohre, von denen das eine auf dem Halbkreise, das andere auf der Alhidade befestigt war, — wie es scheint, unter Benützung eines Quecksilberhorizonts — zwei um genau 90° von einander entfernte Stellen des Halbkreises und ermittelte die Zahl der Schraubenumrehungen, welche nöthig waren, um die Alhidade um einen Winkel von 90° fortzubewegen. Indem er schliesslich den neunzigsten Theil jener Zahl nahm, erhielt er diejenige Zahl

[1]) Mémoires de l'Académie Royale des Sciences, année 1765. Herausgegeben 1768. Darin: (S. 411) Mémoire sur quelques moyens de perfectionner les instruments d'astronomie. Par M. le Duc de Chaulnes, 23. Mars 1765.

von Schraubenumdrehungen, welche der Fortbewegung der Alhidade um je 1° entsprechen sollte. Als er nun aber, längs des einen Radius der Alhidade, diesen Fortbewegungen entsprechend für jeden Grad Theilstriche aufriss, erwies sich die so erhaltene Theilung schon dem blossen Auge als ganz und gar fehlerhaft.

Das Hooke'sche Eintheilungsverfahren ist durch Ramsden wieder zu Ehren gekommen, obwohl es auch diesem nicht gelang, der Unvollkommenheiten des Verfahrens vollständig Meister zu werden. Bei dem Mutterkreis seiner später zu beschreibenden Theilmaschine wandte er eine in den Kreisrand eingreifende höchst sorgfältig hergestellte Schraube ohne Ende an, deren Ganghöhe in ein genaues Verhältniss zum Kreisumfang gesetzt war; jedoch benutzte er diese Schraube nicht mehr, wie es Hooke that, zur Herstellung der eigentlichen Haupttheilung. Vielmehr brachte er auf dem Limbus des Kreises eine mittels Zirkel gefundene, sorgfältig ausgeglichene Theilung an und schnitt dieser genau entsprechend in den Kreisrand $6 \times 360 = 2160$ Zähne ein, in welche die Schraube einfiel. Abgesehen also von der Benutzung der letzteren für Zwecke der eigentlichen Eintheilungsmaschine, auf die wir später eingehen werden, wurden bei Ramsden's Originaltheilung in Wahrheit nur die kleineren Unterabtheilungen (Intervalle von weniger als 10 Minuten) durch die Angaben der Schraube ersetzt. In diesem beschränkten Sinne ist das Hooke'sche Eintheilungsverfahren dauernd und zwar auch für die Herstellung solcher Originaltheilungen im Gebrauch verblieben, deren Unterabtheilungen durch wirklich gezogene Theilstriche angegeben werden sollen; die Schraube wird für diesen Fall dazu benutzt, diejenigen Stellen des Kreises, auf welche die Theilstriche einzureissen sind, aufzufinden und unter das feststehende Reisserwerk zu bringen.

Während aber bei Ramsden's Anordnung für gleich grosse Intervalle an jeder beliebigen Stelle des Kreisumfanges die nämliche Anzahl von Schraubentheilen maassgebend war, wurde bei späteren Verfahren, bei welchen die Schraube im Gebrauch blieb, die behufs Auffindung der Unterabtheilungen zu Grunde zu legende Zahl von Schraubentheilen für jede Stelle des Kreises besonders ermittelt. Oertling[1]) z. B. verfuhr folgendermaassen, um für den Hauptkreis seiner Theilmaschine, dessen Theilung er mittels der weiter unten darzulegenden Lufteintheilungsmethode bis zu halben Graden geführt hatte, noch kleinere Unterabtheilungen festzustellen. Er ermittelte mittels einer Schraube ohne Ende, deren Muttergewinde der Rand des Hauptkreises enthielt und von deren Windungen beiläufig 6 auf einen Grad gingen, für jedes einzelne Halbgrad-Intervall die demselben entsprechende Zahl der Schraubentheile und legte hierauf durch successive Drehung der Schraube um den dreissigsten Theil des ermittelten Betrages nach und nach die Oerter für die Minutenstriche innerhalb des bezüglichen Intervalles fest.

Durch eine derartige Beschränkung des Hooke'schen Eintheilungsverfahrens auf Interpolationen zwischen feststehenden und nicht weit von einander abliegenden Grenzen werden die Unvollkommenheiten des Verfahrens im Wesentlichen beseitigt, da die am Kreisrand sich vorfindenden Unterschiede in der Metalldichte innerhalb eines kleinen Bogens von geringem Belang sind und andererseits die Verschiedenheit in den Beziehungen der einzelnen Zähne zu den Schraubenwindungen durch die Anordnung des Verfahrens unschädlich gemacht werden.

---

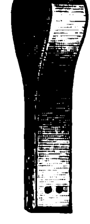
[1]) Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbefleisses in Preussen 1850, S. 163.

Edward Troughton[1]) hat ganz in derselben Weise eine auf dem Rande des zu theilenden Kreises sich abwickelnde Rolle zur Festlegung der kleineren Unterabtheilungen benutzt, die Verwendung dieser Rolle bildet jedoch einen wesentlichen Bestandtheil des Troughton'schen Eintheilungsverfahrens überhaupt, und dieses wird zweckmässiger Weise erst am Schlusse dieses Abschnitts seinen Platz finden.

Von weit geringerer Bedeutung als das Hooke'sche Verfahren ist die von dem bekannten dänischen Astronomen Olaf Römer (vor 1710) angewandte Methode[2]) zur Theilung von Kreisbögen. R. blieb bei der Eintheilung mittels Stangenzirkel stehen, führte sie aber in einer durchaus eigenthümlichen Weise aus. Er trug mittels eines Zirkelabstandes von etwa 2 mm, was bei dem zu theilenden Kreisbogen (von beiläufig 75°) einem Intervall von nahe 10 Minuten entsprach, neben einander den ganzen Bogen hindurch gleiche Intervalle auf, ermittelte den genauen Werth einer Anzahl der letzteren durch Vergleichung mit einem grösseren Instrument und fixirte auf diesem Wege die Reduction dieser Theilung auf Grade und Minuten. Da hierbei die geringste Erhöhung auf der Theilfläche, sowie die geringste Verschiedenheit in der Härte des Materials Fehler verursachen müssen, und wegen der fortgesetzten Wiederbenutzung der vorangehenden Theilmarken die schliessliche Summirung aller solcher kleinen Fehler zu einem recht ansehnlichen Endfehler führen kann, so ist Römer's Verfahren nur als höchst primitiv anzusehen und hat auch, abgesehen von dem bald zu nennenden Hindley, keine weiteren Nachahmer gefunden.

Um die Untereintheilungen für die Bögen von 10 Minuten festzustellen, führte Römer ein Mikroskop über die Theilung und hatte im Focus desselben Parallelfäden angebracht, deren elf auf zehn jener Minutenbögen gingen. Es erhielt so direct einzelne Minuten, während durch Schätzung noch weitere Unterabtheilungen gefunden werden konnten.

Der Uhrmacher Heinrich Hindley[3]) in York hat ein mit Römer's Vorschlägen im Princip übereinstimmendes Verfahren zur Anfertigung einer Kreistheilung angegeben. In zwei Briefen an Smeaton aus den Jahren 1748 und 1749 theilte er über die Construction der Theilscheibe seiner Theilmaschine Folgendes mit: Er nahm einen langen dünnen Messingstreifen (8 Fuss oder 2,4 m lang und 1 Zoll oder 25 mm breit), legte ihn gleich einem Reifen um ein Gefäss und löthete die Enden zusammen. Dieser Reifen wurde auf einem Holzblock so abgedreht, dass er überall gleiche Dicke erhielt, wurde sodann wieder auseinandergeschnitten und der Eintheilung unterworfen. Zum Zwecke der letzteren bediente sich Hindley anstatt des Stangenzirkels des in Fig. 3 dargestellten Zängchens, welches aus einer an den Enden zusammengebogenen Platte von gehärtetem Stahl besteht und zwei kleine runde Bohrungen von genau gleichem Durchmesser enthält, in deren eines ein schwacher Stift eingelegt werden, deren anderes einen gleich starken Bohrer aufnehmen kann. Die Zangenbacken wurden einander so weit genähert, dass der einzutheilende Messingstreifen ganz knapp hindurchging und hierbei von den federnden Backen eine starke Klemmung erfuhr. Zwischen den Backen war eine schwache Platte befestigt,


Fig. 3.

---

[1]) Philosophical transactions of the Royal Society 1809. Part I, S. 105 u. f. On dividing Instruments.

[2]) Nach Geissler a. a. O. S. 18.

[3]) Nach Smeaton a. a. O., vergl. auch Geissler S. 76.

auf deren gerader Oberkante der Messingstreifen aufruhte. Indem der Streifen nun schrittweise durch die Backen hindurchgezogen wurde, bohrte H. Löcher in gleichen Abständen von einander durch die Bohrungen der Zange hindurch in den Streifen, wobei er jedesmal in die eine Bohrung und das zuletzt erhaltene Loch den vorhandenen Stift einlegte und hierauf durch die andere Bohrung hindurch ein weiteres Loch erzeugte. Schliesslich schnitt er den Streifen soweit ab, als er Theile brauchte, fügte die Enden des abgeschnittenen Stückes sorgfältig zusammen und vernietete sie. Der durchlochte Reifen wurde zuletzt auf den entsprechend abgedrehten Holzblock aufgepasst, und damit war die getheilte Linie in einen getheilten Kreis verwandelt.

Das Hindley'sche Verfahren ist ursprünglich zum Schneiden von Uhrrädern erfunden worden, und, wie zweckmässig es auch hierfür sein mag, für die Feineintheilung wissenschaftlicher Instrumente hat es doch gar keine Bedeutung, was Troughton[1]) sehr richtig hervorhebt.

Die Theilung von Kreisbögen mittels Zirkel, wie sie seit den ältesten Zeiten geübt wurde, bestand wesentlich in einem Probiren. Graham war der erste, der das Grundprincip einer genau auszuführenden Zirkeltheilung aussprach[2]), dass eine Linie genau nur in 2, nicht aber in 3 oder 5 Theile eingetheilt werden kann. Er sagte: „Wenn eine Linie oder ein Bogen halbirt werden soll, so werden die Spitzen des Stangenzirkels nahezu im Abstand der halben Linie bezw. der Sehne des halben Bogens eingestellt. Aus jedem der beiden Endpunkte der zu halbirenden Linie wird mit diesem Abstand nach dem anderen Endpunkt hin ein schwacher Kreisbogen beschrieben. Die beiden Bögen werden entweder einen kleinen Raum einschliessen oder einen solchen zwischen sich frei lassen und dieser Raum kann unter Beihülfe einer Vergrösserungslinse mittels einer Nadel sehr genau mit der Hand getheilt werden." Im Jahre 1725 stellte Graham für die Greenwicher Sternwarte einen Mauerquadranten her, bei welchen er, um die Bisection möglichst weit treiben zu können, einen Bogen von 96° anwandte und dessen kleine Unterabtheilungen er durch die Striche eines verschiebbaren Nonius — anstatt der bis dahin üblichen Transversalen — ersetzte.

Nach Graham's Tode (1751) waren die Theilungen seines Schülers, des älteren Sisson, sehr gesucht, wie wenig genau aber die von den berühmtesten Mechanikern der damaligen Zeit ausgeführten Theilungen noch waren, geht daraus hervor, dass ein von Sisson verfertigter zweifüssiger Quadrant, dessen sich Pictet im Jahre 1769 bediente, einen Fehler von ganzen 10 Minuten hatte; 79° waren eigentlich 78° 50′ und so fort. Ein etwas älterer Zeitgenosse des Sisson war Rowley.

Einen mächtigen Fortschritt erfuhr die Eintheilungskunst durch John Bird. Dieser in der Handeintheilung unerreicht dastehende Künstler hat zuerst ein Verfahren ersonnen, um das Bisectionsprincip Graham's bis zu seinen äussersten Consequenzen durchzuführen, er nahm auch zuerst auf die ungleiche Ausdehnung verschiedener Metalle bei der Theilung Rücksicht und hat eine so grosse Handgeschicklichkeit erlangt, dass nach Troughton[3]) in dem von Bird getheilten Greenwicher 8 Fuss-Quadranten Theilungsfehler von mehr als 1 Secunde sich nicht vorfinden,

[1]) a. a. O. S. 112.
[2]) Vergl. Tomlinson in Cyclopaedia of useful arts. Vol. I. 1854. Artikel „Graduation", S. 807.
[3]) a. a. O. S. 138.

also wohl hier das Höchste an Genauigkeit erreicht wird, was die Zirkeleintheilung zulässt[1]). Bird, von Haus aus ein Bauernbursche[2]), bemerkte im Jahre 1827 die ungenaue und schlechte Theilung eines Uhrzifferblattes und beschloss, selbst ein besseres herzustellen. Der Erfolg seines Versuches fand Beachtung, er wurde nach London geschickt, wo er bei dem älteren Sisson lernte und auch mit Graham bekannt wurde. Im Jahre 1745 wurde er selbständig und arbeitete von da an an der Vervollkommnung seiner Eintheilungsmethode, die er schliesslich (1767) auf Wunsch der *Commissioners of the board of longitude* veröffentlichte, wofür ihm eine Belohnung von 500 £ nebst einer Entschädigung von 60 £ für seine Platten zugebilligt wurde.

Bei Bird's Verfahren war das Augenmerk darauf gerichtet, zuvörderst die Grösse eines Bogens zu ermitteln, aus welchem durch fortgesetztes Halbiren das kleinste Bogenintervall, das die Theilung noch anzeigen soll, hergeleitet werden konnte. Sollte z. B., wie bei dem Greenwicher Quadranten, das kleinste Intervall 5 Minuten umfassen, so war von dem Bogen $85° 20' = 1024 \times 5'$ aus durch zehn Mal wiederholte Halbirung bis zu dem kleinsten Intervall zu gelangen. Der Bogen für 85° 20′ konnte nun auf dem zu theilenden Kreisbogen in der Art festgelegt werden, dass man die zu diesem Bogen gehörige und dem gewählten Radius entsprechende Sehnenlänge mit Hülfe von Sinustafeln berechnete, sie hierauf aus einer mit Nonius versehenen, sehr genau getheilten Scale mit einem Stangenzirkel abnahm und auf den Kreisbogen auftrug. Bei der Theilung des Greenwicher Quadranten schlug Bird indessen ein etwas abweichendes Verfahren ein. Hier wollte er sich für die Richtigkeit der Theilung dadurch eine mehrfache Controle verschaffen, dass er mit den Sehnen von verschiedenen Bögen operirte. Er entnahm[3]) seiner Scale die Sehnen von 42° 40′, 10° 20′, 4° 40′ und fügte hierzu die Länge des Radius, also die Sehne von 60°, aus welcher er durch zweimalige Bisection noch die Sehnen für 30° und 15° ableitete. Diese 6 Sehnen wurden in 6 verschiedene, während der ganzen Theilarbeit unverändert erhaltene Stangenzirkel eingestellt und mit ihrer Hülfe auf dem Quadranten die ihnen unmittelbar entsprechenden 6 Kreispunkte, sowie die Punkte 75° und 90° festgelegt; von den beiden zuletzt genannten aus wurden endlich noch die Bögen für 10° 20′ und 4° 40′ in den entsprechenden Richtungen auf den Quadranten abgetragen, so dass beidemal der Kreispunkt 85° 20′ pointirt wurde. Durch fortgesetzte Bisection der sämmtlichen von vornherein vorhandenen oder sich nach und nach ergebenden Bogenintervalle wurde zuletzt die vollständige Theilung bis zu 5 Minuten-Intervallen hinab erhalten.

Smeaton[4]) bemängelt an dem Bird'schen Verfahren, dass die an sich vortreffliche Methode fortgesetzter Halbirung hier mit Eintheilungen verschiedenen Ursprungs

---

[1]) Reichenbach (Gilberts Annalen 1821. S. 51) schätzt allerdings die äusserste Genauigkeit, die bei der Zirkeleintheilung zu erreichen ist, auf Grund von zahlreichen Versuchen, in linearem Maasse zu 1/3000 Zoll = 0,008 mm ab; dies würde noch etwas weiter gehen, als die Genauigkeit bei Bird's Theilung, es würde schon bei einem Kreise von 11½ Fuss Durchmesser einem Fehler von 1 Secunde entsprechen, doch ist auch Reichenbach der Meinung, dass eine solche Genauigkeit sich nur in einigen, nicht in allen Punkten erreichen lässt.

[2]) Tomlinson a. a. O.

[3]) Troughton a. a. O. S. 110.

[4]) a. a. O. Vgl. Geissler S. 28.

vermischt und dadurch verschlechtert werde. Bei der Entnahme verschiedener Längen aus einer Scale würden jedesmal andere kleine Fehler gemacht; wenn nun auch Bird angäbe, dass die unabhängig ermittelten Controlpunkte in das Bisectionsnetz ohne merkliche Ungenauigkeit eingefallen wären, so folge daraus noch nicht, dass diese Punkte dieselbe Genauigkeit erreicht hätten, als wenn sie gleich den übrigen durch blosse Bisection erlangt wären. Denn ginge man von einer einzigen an der Scale abgenommenen Grundlänge aus, so übertrage sich der bei ihrer Entnahme gemachte Fehler in entsprechendem Verhältniss auf jeden anderen Theilpunkt, sei aber im Uebrigen unschädlich, da sein Werth durch Beobachtungen leicht bestimmt werden könne. Sobald dagegen verschiedene Punkte unabhängig von einander festgelegt würden, seien auch ihre Fehler von einander unabhängig und somit ohne eine vollständige und sehr umständliche Untersuchung jedes einzelnen Theilstriches nicht zu eliminiren. Smeaton schlägt vor, für eine bis auf 5 Minuten-Intervalle auszudehnende Theilung von der Sehne für 21° 20' auszugehen und diese viermal neben einander abzutragen, bis der Kreispunkt 85° 20' gewonnen ist. Das Bedenken, das bei Römers Verfahren gegen das Nebeneinandertragen desselben Intervalles zutrifft, hält Smeaton hier, wo es nur viermal geschieht, für unerheblich; übrigens könne auch unmittelbar von der Sehne für 85° 20' ausgegangen werden.

Unter den nicht englischen Mechanikern des vorigen Jahrhunderts hat sich besonders Brander in Augsburg (1713—83) durch Lieferung guter Theilungen ausgezeichnet. Bemerkenswerth ist die von ihm dafür benutzte Scale aus Spiegelglas: sie bestand[1]) aus drei Theilen. An einen in ganze Zolle eingetheilten, festgelagerten langen Glasstreifen stiess ein in zwanzigstel Zolle eingetheilter kürzerer Streifen, der mittels einer Schraube und Feder, in gewissen Grenzen, von dem ersteren mehr oder weniger entfernt werden konnte; die beiden Scalen blieben jedoch stets in derselben Ebene. Die kürzere Scale verschob sich oberhalb einer dritten nach Art eines Nonius getheilten Glasscale, deren Striche durch den beweglichen Glasstreifen hindurch wahrnehmbar waren. Es war auf diese Weise möglich, Hunderttheile der Linie noch unmittelbar abzulesen und noch kleinere Intervalle abzuschätzen. Die sämmtlichen Striche waren auf den Glasplatten mit einem Diamanten gezogen und mit Gold eingelassen; waren mit einem Stangenzirkel Längen an dieser Scale abzunehmen, so wurden die Zirkelspitzen unmittelbar auf die Scale aufgesetzt.

Das eigentliche Theilungsverfahren Brander's beruhte durchaus auf Bird's Methode, er ging gleichfalls von den 6 Sehnen für 42° 40', 10° 20', 4° 40', 60°, 30°, 15° aus; es scheint jedoch, dass er die Bisection nicht in demselben Umfange wie Bird anwandte, vielmehr vorher durch wiederholtes Abtragen jener 6 Sehnen so viele Kreispunkte unmittelbar festlegte, als irgend möglich war. Man überzeugt sich leicht, dass auf diesem Wege, obwohl nur jene sechs von vornherein festgelegten Zirkelabstände benutzt werden, eine sehr grosse Zahl von Punkten, zum Theil in Abständen von nicht mehr als 20 Minuten, sich festlegen lassen.

Bird's Theilmethode wurde in England zur Herstellung von Originaltheilungen, mit kleinen Aenderungen, auch dann noch vielfach angewandt, als schon Theilmaschinen im Gebrauch waren, insbesondere für die Anfertigung des Mutterkreises dieser Maschinen. Dies that u. a. sowohl Ramsden als John Troughton; der letztere[2])

[1]) Geissler S. 31.

[2]) Edward Troughton a. a. O. S. 110.

verschaffte sich den Bogen von 85° 20', ohne im Besitz einer guten Scale zu sein. Er gewann nämlich durch viermalige Halbirung des Bogens von 60° Bögen von 3° 45' und damit die Punkte 82° 30' und 86° 15'. Die Dreitheilung des Bogens zwischen diesen beiden Punkten ergab ferner den Punkt 85°, und man kam schliesslich durch wiederholte Dreitheilung und schliessliche Fünftheilung je eines kleinen Bogens zum Punkte 85° 20'. Hierauf wurden aber die sämmtlichen Hülfsmarken wieder ausgelöscht und die Theilung vom Bogen 85° 20' aus durch Bisectionen ausgeführt. Der bei diesem Verfahren dem Grundbogen noch anhaftende Fehler wird als nicht grösser angesehen als bei unmittelbarer Entnahme der Sehnenlänge aus einer getheilten Scale.

Bei der Handeintheilung kam nach Mittheilung E. Troughton's[1]) am Ende des vorigen Jahrhunderts noch ein nach anderer Richtung hin verändertes Verfahren[2]) in Anwendung. Es bestand darin, in üblicher Weise mit Zirkeln den Kreis zu theilen, jede Theilmarke mit Hülfe von Mikroskopen — in nicht näher angegebener Weise — zu prüfen und sie, wenn nöthig, durch Vorwärts- oder Rückwärtsdrücken mittels einer feinen conischen Spitze zu corrigiren und auf den richtigen Platz zu bringen. Nach Troughton's Ansicht lässt diese Methode eine grosse Genauigkeit zu, wird aber stets unregelmässige und unelegante Arbeit liefern. Denn diejenigen Theilmarken (bei der Eintheilung mit Zirkeln werden die ursprünglichen Originalmarken stets durch Punkte repräsentirt), deren Correctur erfolgen muss, was ungefähr für zwei Drittel aller Marken der Fall ist, werden grösser als die übrigen und ausserdem ungleich je nach dem Verhältniss der erforderten Correcturarbeit. Es kommt auch vor, dass einige Marken bei dieser Arbeit zu gross werden und dann mittels des Polirstahls wieder auf gleiche Grösse mit ihren Nachbarn gebracht werden müssen. Dies veranlasst aber eine Vertiefung in der Oberfläche des Theilkreises und verursacht damit nicht nur einen Schönheitsfehler, sondern macht auch die betreffenden Punkte wegen ihrer schlechten Figur zu schlecht definirten Theilmarken. Troughton weist besonders noch darauf hin, wie verkehrt es ist, von derartig corrigirten Marken aus weitere Theilpunkte mittels des Zirkels abzuleiten, da die Zirkelspitzen nur selten im Centrum der scheinbaren Peripherie der corrigirten Marken aufsitzen werden, obwohl die letztere allein die Lage der Theilmarke definirt. Er wünscht deshalb, dass dieses „äusserst langweilige und die weiteste Grenze menschlicher Geduld überschreitende“ Verfahren, wenn es einmal zur Anwendung komme, nur zur Correctur einer vorher vollständig fertig gestellten Theilung gebraucht werden solle.

E. Troughton macht über die Zeitdauer der Eintheilung eines Vollkreises in 5 Minuten-Intervalle nach den verschiedenen Methoden die folgenden Schätzungen[3]). Nach Bird's Methode sei eine Arbeit von etwa 52 Tagen (jeden Tag zu 8 Arbeitsstunden gerechnet), nach dem eben dargelegten Handeintheilungsverfahren mit Cor-

---

[1]) a. a. O. S. 113.

[2]) Barlow behauptet in der Encyclopaedia metropolitana, „a treatise on the manufactures, and machinery of Great Britain“, London 1836 (S. 267), dass Ramsden dieses Verfahren für die Theilung seines Mutterkreises angewandt habe. Diese Behauptung kann aber sehr wohl auf einer irrigen Auffassung der Angaben E. Troughton's beruhen, zumal die Barlow'schen Mittheilungen über Theilmaschinen überhaupt von Uncorrectheiten nicht frei sind.

[3]) a. a. O. S. 142.

recturen eine solche von 150 Tagen und nach seiner eigenen später zu beschreibenden Methode eine Arbeit von nur 13 Tagen erforderlich. Oertling[1]) theilt mit, dass die Eintheilung seines Kreises in halbe Grade nach dem Lufteintheilungsverfahren seine unausgesetzte Thätigkeit während dreier Monate, bei 10 bis 11 stündiger täglicher Arbeit, beansprucht habe.

Der erheblichste Einwand, der mit Recht gegen die Zirkeltheilung geltend gemacht wird, besteht darin, dass die Halbirung irgend eines Bogens mit einem Zirkel stets die Vergrösserung oder doch Deformirung seiner Grenzpunkte durch die Zirkelspitzen zur Folge haben muss. Von Cavendish[2]) rührt deshalb ein Vorschlag her, einen Zirkel zu verwenden, der nur eine Spitze hat, während die andere durch ein Mikroskop ersetzt wird. Der Zirkel ist an einem über dem Kreis verschiebbaren Rahmen befestigt und um ein in letzterem gelagertes Centrum drehbar. Für die Bisection wird das Mikroskop auf einen der Grenzpunkte eingestellt und, durch Drehung des Zirkels um sein Centrum im Rahmen, ein kleiner Bogen beschrieben, worauf genau dieselbe Operation mit derselben Zirkelstellung für den anderen Grenzpunkt zu wiederholen ist. Dieser Vorschlag hat wohl niemals weitere praktische Anwendung gefunden, so dass von seiner ausführlichen Darlegung abgesehen werden kann.

Das Lufteintheilungsverfahren und E. Troughton's Theilungsmethode soll der Fortsetzung dieses Aufsatzes vorbehalten bleiben.

(Forts. folgt.)

Kleinere Mittheilungen.

Thermo-elektrische Bestimmung des Ganges der Temperaturen in den Stäben eines Metallthermometers.

Bei Anwendung eines Metallthermometers als Basis-Messstange wird vorausgesetzt, dass beide Stäbe gleiche Temperatur haben. Ist dies nicht der Fall, so wird die aus den Messungen resultirende Basis-Länge mehr oder minder fehlerhaft sein, je nachdem die Temperatur-Differenzen gross oder klein sind. Es ist daher wichtig zu wissen, inwieweit bei verschiedenen Temperatur- und Witterungsverhältnissen Uebereinstimmung der Temperaturen in den beiden Stäben eines Metallthermometers herrscht. Etwaige Differenzen werden im Allgemeinen so geringe Beträge erreichen, dass sie sich mittels des Quecksilberthermometers, das im besten Falle auch nur die Temperatur eines Punktes des Stabes angiebt, kaum mit genügender Sicherheit bestimmen lassen. Es lag nahe, an eine Messung der Temperaturdifferenzen auf thermo-elektrischem Wege zu denken. Praktisch wurde aber dieser Weg anscheinend bisher nicht betreten; der erste Versuch ist kürzlich von Prof. A. Fischer in den „Astronomischen Nachrichten" veröffentlicht worden; er betrifft das Metallthermometer des dem Kgl. Geodätischen Institute gehörigen Brunner'schen Basisapparates. — Da das Geodätische Institut noch nicht im Besitz eines allen Anforderungen entsprechenden Laboratoriums ist, so mussten die Untersuchungen in einem zu Steglitz provisorisch hergerichteten Beobachtungsraume ausgeführt werden. Die Versuche tragen daher auch nur einen provisorischen Charakter; immerhin aber konnte Prof. Fischer constatiren, dass

[1]) a. a. O. S. 162.

[2]) On an improvement in the manner of dividing astronomical instruments. Philos. Transact. 1809. S. 221.

recht befriedigende Resultate erzielt werden würden, wenn geeignete mit allen nöthigen Einrichtungen versehene Beobachtungsräume vorhanden wären.

Das Metallthermometer des Brunner'schen Basisapparates besteht aus einem Platin-Iridiumstabe und einem Messingstabe. Beide Stäbe haben genau gleiche Dimensionen (4.02 m lang, 21 mm breit und 5 mm dick), liegen übereinander und sind durch einen Zwischenraum von 7 mm getrennt; die Platinstange liegt oben. In der Mitte sind sie fest verbunden und gleiten unabhängig von einander auf Rollen, die mittels Messingrahmen auf einer eisernen Bank festgeschraubt sind.

Die zu den Versuchen nöthigen elektrischen Apparate sind aus der Fabrik der Herren Siemens & Halske hervorgegangen. Sie bestehen hauptsächlich in einem astatischen Spiegelgalvanometer mit Scale und Fernrohr, dessen Ausschlag direct proportional dem Temperatur-Unterschiede der Löthstellen der Thermoelemente ist, den Thermoelementen selbst, Umschaltern, Hülfs-Apparaten zur Bestimmung der Constanten der Elemente, etc. Da ein Anbohren der Stangen unthunlich war, so wurden die Thermoelemente so eingerichtet, dass die Löthstellen an die Stäbe festgeklemmt wurden. Die Elemente bestanden aus 1,5 mm starkem Eisen- und Neusilberdraht; von den Löthstellen sass die eine an dem Messingstück, welches an die Stäbe festgeklemmt wird, während die andere frei war.

Mit Rücksicht auf den provisorischen Charakter der Untersuchungen wurden nur einige Versuchsreihen angestellt. Es sollte aus diesen hervorgehen, ob sich der Gang und das Verhalten der Temperaturen beider Stäbe in Bezug auf den Gang der natürlichen Tagestemperatur, sowie der Gang des Temperaturunterschiedes beider Stäbe während eines Zeitraumes von je 24 Stunden würde bestimmen lassen. Es wurde zu diesem Zwecke zuerst der Platinstab mit der umgebenden Lufttemperatur, dann der Messingstab mit der Luft und endlich beide Stäbe miteinander je 24 Stunden verglichen.

Bei den Versuchen wurde die eine an dem Klemmstücke sitzende Löthstelle der Thermoelemente mittels desselben an den betreffenden Stab festgeklemmt; die zweite, freie Löthstelle wurde bei den ersten beiden Reihen an den Quecksilbercylinder eines Thermometers gebunden und mit diesem in ein mit Wasser gefülltes Glasröhrchen gehalten, so dass angenommen werden konnte, dass die durch das Thermometer angezeigte Temperatur auch die der Löthstelle war. Bei der dritten Reihe wurden die zweiten Löthstellen der Thermoelemente an einander gebunden und in mit Wasser gefüllte Glasröhren gesteckt, die wiederum in einem mit Wasser gefüllten Isolirtopf sich befanden, so dass die resp. zusammengebundenen Löthstellen sicher gleiche Temperaturen hatten. — Ein Thermometer hing in der Mitte der Messstange, in gleicher Höhe mit ihr und in ihrer unmittelbaren Nähe; die Angaben desselben wurden als die mittleren Temperaturen der die Stange umgebenden Luft angenommen. Weiter hing ein Thermometer am Galvanometer, der Quecksilbercylinder in gleicher Höhe mit den Klemmschrauben für die Leitungsdrähte. Endlich war zur Bestimmung der Temperatur im Freien noch ein Thermometer unter den Bäumen des benachbarten Gartens aufgehängt. Die Ablesungen der Thermometer an der Stange und an der einen Löthstelle geschahen mittels Fernrohr; während der Nacht wurde die Beleuchtung der Thermometer-Scale durch Linsen bewirkt. Vor und nach jeder Beobachtungs-Reihe wurden die Constanten der Thermoelemente bestimmt; zur Reduction der Messungen wurde das Mittel aus beiden Bestimmungen genommen. Das Anklemmen der Löthstelle an die Stange, sowie überhaupt die ganze vollständige Vorbereitung zur unmittelbaren Beobachtung geschah mindestens 12 Stunden vor der ersten Ablesung; während des Beobachtens wurden keine Aenderungen vorgenommen. Die Beobachtungen geschahen halbstündlich.

Die Untersuchungen ergaben folgende Resultate: Beide Metalle bleiben der Luft gegenüber etwas zurück. Steigt die Tagestemperatur, so folgen beide Stäbe langsamer nach; die Differenz wird grösser, je höher die Luftwärme ist und je schneller die Temperatur wächst — der Metallstab ist dann immer kälter, als Luft; umgekehrt ist er aber stets wärmer,



wenn die Temperatur fällt. Der Uebergang vom positiven zum negativen Zeichen des Temperaturunterschiedes tritt etwa eine Stunde später ein, als der Wechsel der Lufttemperatur. Der Temperaturunterschied der beiden Metallstäbe ist äusserst gering; er betrug meistens nur wenige Hundertel Celsiusgrade, im Mittel etwa 0.05° Celsius. — Merkwürdig war, dass während der ganzen Beobachtungszeit der Platinstab wärmer war, als der Messingstab. Prof. Fischer weist indess nach, dass dieser Umstand aus der Beschaffenheit des Beobachtungsraumes resultirt.

Trotz des provisorischen Charakters der Untersuchungen berechtigen dieselben doch zu dem Schluss, dass die Temperaturunterschiede zweier Metallstäbe auf thermo-elektrischem Wege sich mit aller wünschenswerthen Genauigkeit bestimmen lassen. Es folgt ferner aus den Versuchen, dass der äusserst geringe Temperaturunterschied der beiden Stäbe auf die Länge einer zu messenden Basis keinen Einfluss haben kann. Um hierüber noch grössere Gewissheit zu erlangen, beabsichtigt Prof. Fischer später noch einige Beobachtungsreihen anzustellen, während der Basis-Apparat im Freien so aufgestellt ist, wie er beim wirklichen Messen im Gebrauch ist.

Vereinsnachrichten.

Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik. Sitzung vom 5. September 1882. Vorsitzender: Herr Dörffel.

Im Anschluss an das Protocoll der letzten Sitzung (vor den Ferien) theilt der Vorsitzende mit, dass es nach der neuen für die Hygiene-Ausstellung getroffenen Gruppeneintheilung sehr wohl möglich sei, eine Collectivausstellung zu veranstalten, wenn auch allerdings in zwei getrennten Gruppen. Die rein wissenschaftlichen Erzeugnisse der Mechanik und Optik würden in Klasse I, Gruppe b, die medicinischen und chirurgischen Apparate und Instrumente in Klasse III, Gruppe 16 auszustellen sein. Die Theilung der Collectivausstellung in diese zwei Gruppen habe nichts Bedenkliches, da eine solche räumliche Trennung auch bei einer einzigen Ausstellung in nur einer Gruppe schon der Uebersichtlichkeit wegen in der Regel gleichfalls getroffen würde. Sollte die Versammlung, wie zu erwarten, die Veranstaltung einer Collectivausstellung beschliessen, so schlage er die Wahl einer Commission vor, bestehend aus Herrn Hirschmann, dem Delegirten der Gesellschaft zu der vorjährigen Ausstellung, welcher seine Kräfte und Erfahrungen dem neuen Unternehmen gern wieder zur Verfügung zu stellen bereit sei, und drei neu zu wählenden Mitgliedern. Die Veranstaltung einer Deutschen Collectivausstellung wird hierauf mit grosser Majorität beschlossen und in die mit den Vorarbeiten zu betrauende Commission ausser Herrn Hirschmann, welcher derselben selbstverständlich angehören soll, die Herren Fuess, Haensch und Hartnack, mit dem Rechte der Cooptation, gewählt. Auf die Anfrage eines Mitgliedes wird mitgetheilt, dass der meteorologische Pavillon, dessen Raum übrigens bereits voll in Anspruch genommen sei, nicht in die Collectivausstellung inbegriffen werden könne. Der Vorsitzende theilt ferner mit, dass zu einer Deutschen Collectivausstellung schon zahlreiche Anmeldungen auswärtiger Collegen eingegangen seien und dass überhaupt die Ausstellung der Mechaniker und Optiker qualitativ und quantitativ die vorjährige übertreffen werde. Uebrigens möchte mit Gewissenhaftigkeit darauf geachtet werden, dass nur deutsches Fabrikat zur Ausstellung gelange.

Hierauf führt Herr Halle in Potsdam ein Thomson'sches Prisma vor. Dasselbe hat einen grösseren Oeffnungswinkel als das Hartnack'sche, erfordert aber grösseren Materialaufwand, sodass es das letztere nach des Vortragenden Ansicht doch so leicht nicht verdrängen werde. Herr Oeltjen bemerkt hierzu, dass nicht Thomson, sondern Dr. Glan den



Schnitt für dieses Prisma zuerst angegeben habe und zwar schon vor etwa fünf Jahren; Herrn Glan gebühre daher die Priorität.

Zum Schlusse zeigt der Vorsitzende der Versammlung zwei neue Registrirapparate vor, nämlich ein registrirendes Aneroidbarometer und ein eben solches Metallthermometer, welche beide durch die Neuheit ihrer Construction das Interesse der Versammlung erregen.

Sitzung vom 19. September 1882. Vorsitzender: Herr Fuess.

Herr Ingenieur A. Martens hält den angekündigten Vortrag: Einige Mittheilungen über die mikroskopische Untersuchung des Eisens.

Das im gewöhnlichen Leben vorkommende Eisen ist, wie bekannt, kein einfacher Körper. Es besteht vielmehr aus einem mechanischen Gemenge verschiedener Eisen-Legirungen, von denen die einzelnen Legirungen zwei oder mehrere Elemente enthalten können, welche theilweise in chemischer Verbindung mit einander sind. Ausserdem können die Elemente auch in örtlich abgelagertem Zustande frei in der Eisenmasse auftreten. Die am häufigsten vorkommenden Beimengungen des Eisens sind Kohlenstoff, Mangan, Silicium, Phosphor, Schwefel, Kupfer und eine Reihe anderer Körper; auch Gase sind oft in grosser Menge im gediegenen Metallkörper eingeschlossen. Das Quantum der einzelnen Beimengungen giebt dem Eisen den Charakter, bedingt seine äussere Erscheinung. Von grösstem Einfluss auf das äussere Ansehen und auf alle seine Eigenschaften ist die Kohle. Diese kommt im Eisen vorwiegend in zwei Formen vor, im ausgeschiedenen freien Zustande als Graphit, der sich in einzelnen Stücken abzusondern pflegt, und im gebundenen Zustande, in welchem sie mit dem Eisen chemisch vereinigt ist. Eisen kann bis etwas über 5% Kohle aufnehmen. Beträgt der Kohlengehalt über 2,5%, so nennt man es Roheisen. Enthält Roheisen den Kohlenstoff vorwiegend als Graphit ausgeschieden, so ist es mehr oder weniger grau von Farbe; man nennt es alsdann graues Roheisen. Graues Roheisen besteht im Wesentlichen aus drei Bestandtheilen, aus freiem Eisen, aus einer geringen Menge an Eisen chemisch gebundener Kohle und aus Graphit. Auf den Bruchflächen kommt aber der letztere fast allein zur Erscheinung; daher die graue Farbe des Eisens. Das graue Eisen krystallisirt nach dem oktaedrischen System, aber man findet fast immer nur Krystallskelette, welche dann ganz das Aussehen von Tannenbäumen zu zeigen pflegen und daher mit dem Namen der tannenbaumförmigen Krystalle belegt sind. Auf den polirten und geätzten Schliffflächen lassen sich unter dem Mikroskop regelmässige Figurenbildungen erkennen, welche die einzelnen Gefügeelemente, das freie Eisen, den Graphit und die chemischen Verbindungen des Eisens mit den beigemengten Elementen, scharf von einander getrennt zur Anschauung bringen. Man kann diese Elemente noch vollkommener sichtbar machen, wenn man die Schliffe in der Spiritusflamme mit Anlassfarben versieht. Ist der Kohlenstoff im Roheisen zum grössten Theil chemisch mit dem Eisen verbunden, so hat man es mit weissem Roheisen zu thun, das in seiner vollkommensten Gestalt sich als das bekannte Spiegeleisen darstellt. Das Spiegeleisen krystallisirt nach dem rhombischen System. Es bildet grosse Krystallblätter, welche aus einer Aneinanderreihung einer grossen Zahl rhombischer Säulen bestehen; oft findet man auch sehr kleine drüsenförmig angehäufte Krystallindividuen. In den geätzten und polirten Schliffflächen findet man hauptsächlich das harte, darum besser polirbare, schwer lösliche und darum auch schwerer anlassbare Spiegeleisen (die chemische Verbindung Fe_4C) und in dieses eingebettet das freie Eisen, welches weich und leicht löslich, daher auch leichter anlassbar ist. Somit werden die Anlassfarben von den Elementen der Schlifffläche (dies gilt auch bei Stahl und Schmiedeeisen, nur sind hier die Erscheinungen nicht so deutlich, weil die Verschiedenheiten der Flächenelemente nicht so gross sind) verschieden schnell angenommen. Die Flächen des Spiegeleisens erscheinen noch in leuchtendem Gelb, während diejenigen des freien Eisens bereits ein sehr lebhaftes Blau zeigen. (Redner führt diese Verhältnisse unter Vorführung zahlreicher Präparate und an der Hand der ausgestellten Zeichnungen noch weiter aus.) Hat das Eisen einen Kohlenstoffgehalt, der sich zwischen den Grenzen von 0,6 bis 2,0% bewegt,



so nennt man es Stahl (diese Bezeichnung ist jedoch keine bestimmt abgrenzbare); in diesem Falle ist es bereits einer Reihe von Reinigungs- und Bearbeitungsprocessen unterworfen gewesen. Hat endlich das Eisen weniger als 0,6% Kohlenstoff, so hat man das Schmiedeeisen vor sich. Ohne auf die sonstigen charakteristischen Merkmale und Erscheinungen, wie sie im Vortrage durch Vorlegung der Objecte und Zeichnungen erläutert wurden, näher einzugehen, sei hier hervorgehoben, dass auch bei Stahl und Schmiedeeisen sich auf den geätzten Schliffflächen die einzelnen Gefügeelemente ziemlich scharf von einander trennen, so dass man auch hier durch das Mikroskop den Nachweis führen kann, dass diese Körper in ganz ähnlicher Weise wie das Roheisen, aus verschiedenen mechanisch gemengten Legirungen bestehen. Man muss sich daher sehr wohl hüten, diese Körper als homogene Körper zu betrachten und muss bei Untersuchungen über die physikalischen Eigenschaften dieser Materialien, die ja auch für den Mechaniker von ganz hervorragendem Interesse sind, stets den Umstand in Betracht ziehen, dass sie ausserdem durch äussere Einflüsse sich sehr viel leichter zu verändern scheinen, als man gewöhnlich anzunehmen pflegt. Redner führt dies an der Hand der Erscheinungen bei den Wöhler'schen Versuchen näher aus, indem er darlegt, wie Eisen und Stahl infolge verhältnissmässig geringer, aber sehr oft wiederholter Anstrengung (viele Millionen) seine Textur zu ändern scheint. Es liegt auf der Hand, dass auch eine sehr oft wiederholte Molekularanstrengung infolge physikalischer Einwirkungen, schliesslich eine Texturänderung hervorbringen mag. Beispielsweise werden oft wiederholte Schwingungen der Moleküle, hervorgerufen durch Elektricität, Magnetismus, Wärme, Schall etc. schliesslich eben so gut die Textur ändern müssen, wie oft wiederholte mechanische Beanspruchungen und es käme nur darauf an, Versuche in diesem Sinne anzustellen. Schliesslich bespricht Redner, indem er auf die Erscheinungen auf Bruchflächen feinkörniger Körper verweist, die Aehnlichkeit der Linienbildungen dieser Flächen mit denjenigen des muscheligen Bruches structurloser Körper. Er legt zum Vergleich Photographien von Brüchen von Werkzeugstahl, und mikroskopische Abbildungen des muscheligen Bruches von Glas vor und führt aus, wie der muschelige Charakter des Bruches von Glas durch die bekannten elliptisch begrenzten wellenförmigen Vertiefungen gebildet wird und wie diese elliptischen Linien von anderen Liniengruppen mit strahlenförmigem Verlauf rechtwinkelig durchkreuzt werden. Diese Erscheinungen treten mit solcher Regelmässigkeit an allen möglichen Körpern auf, dass sie für die Entwickelung der Festigkeitstheorie sicherlich nicht ohne Bedeutung bleiben werden, und dass es wirklich der Mühe verlohnen wird, auch diese Erscheinungen noch weiter zu verfolgen. Schliesslich macht Redner in einem kurzen Rückblicke auf die Tragweite aufmerksam, welche die mikroskopische Untersuchung der Metalle gewinnen kann, wenn die Methoden noch mehr durchgebildet und verbessert sein werden.

Nach diesem sehr beifällig aufgenommenen Vortrage legt Herr Martens der Versammlung ein von ihm construirtes und von der Firma Franz Schmidt & Haensch gefertigtes Mikroskopstativ mit Kugelgelenken vor, das in der Zeitschrift für Instrumentenkunde (II. S. 112) bereits seine Besprechung gefunden hat.

Herr Haensch macht der Versammlung noch die Mittheilung, dass der Magistrat eine nicht unbedeutende Summe für Zeichenvorlagen zum Gebrauche der Handwerkerschule bewilligt hat. Es wäre erwünscht, dass die Herren Collegen für die nächste Lehrlingsausstellung solche Arbeiten zeichnen liessen, welche sich zum Ankauf für den genannten Zweck eignen. Der Schriftführer: *Blankenburg.*

Neu erschienene Bücher.

Maxwell, James Clerk, M. A. *Lehrbuch der Elektricität und des Magnetismus. Autorisirte deutsche Uebersetzung von Dr. B. Weinstein.* Erster Band. Berlin, Julius Springer. M. 12.—

A. Devillez, *Traité élémentaire de la chaleur au point de vue de son emploi comme force motrice.* 2 Vols. M. 20,00.



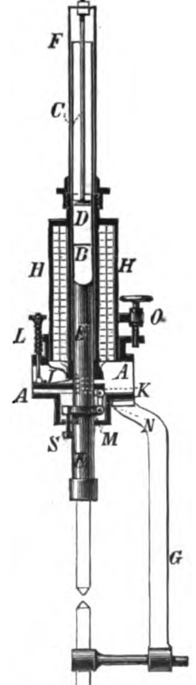
C. M. Gariel, *Traité pratique de l'électricité.* Paris, Doin. M. 4,80.
P. de Housse, *Théorie de la pile voltaique.* Bruxelles. M. 2,40.
F. Lippich, *Ueber polaristrobometrische Methoden.* Wien, Gerold. M. 1,40.
F. Theile, *Anleitung zur barometrischen Höhenmessung mittels Quecksilberbarometer und Aneroid.* Dresden, Axt. M. 1,50.
L. Wrigth, *A course of experimental optics.* London, Macmillan. M. 7,50.
F. Backeljau, *Arpentage et nivellement. Description du niveau-arpenteur.* Bruxelles. M. 0,50.
J. Salleron, *Notice sur les instruments de précision appliqués à l'oenologie.* Paris, l'auteur, rue Pavée-au-Marais.
E. Tscheuschner, *Handbuch der Metalldecorirung im Feuer.* Weimar, B. F. Voigt.
P. E. Dabovich, *Nautisch-technisches Wörterbuch der Marine. Deutsch, italienisch, französisch und englisch. 1.—12. Lief.* à M. 2,00. Pola 1882.
F. Holthof, *Das elektrische Licht in seiner neuesten Entwickelung mit besonderer Berücksichtigung der Pariser Elektricitätsausstellung. 135 S. mit 120 Fig.* Halle, Wilh. Knapp.
G. Eger, *Technologisches Wörterbuch. 1. Theil: Englisch-Deutsch. 711 S.* Braunschwéig, Vieweg & Sohn. M. 9,00.
H. Schuberth, *Illustr. Hand- und Hülfsbuch für den praktischen Metallarbeiter. Ein Vademecum für Metallarbeiter aller Branchen, für Maschinenbauer, Metallgiesser, Dreher, Klempner, Gürtler, Galvanoplastiker, Bronceure u. a. Mit 300 Textfig. und 15 Tafeln. 15 Lief.* à M. 0,60. Wien, Hartleben.

Journal- und Patentlitteratur.

Neuerungen an elektrischen Lampen.

Von C. G. Bohm *in Fredersdorf. D. R. P. 16237 vom 12. Jan. 1881. (Zusatz zu Nr. 10332) Kl. 21.*

Die Neuerungen betreffen: 1. die Umänderung des hufeisenförmigen Elektromagneten in einen röhrenförmigen bezw. die Anwendung von Drahtspulen an der Stelle der Elektromagnete; 2. die Umgestaltung des Kohlenhalters und 3. die Anwendung eines neuen Hemmapparates.



Die Figur zeigt eine Lampe mit einem Elektromagneten, dessen Anker regulirend auf den oberen Kohlenhalter wirkt, während bei Anwendung von Drahtspulen der Anker durch einen Eisenkern ersetzt wird.

In das kastenförmige Gestell *A* ist ein aus zwei concentrischen Rohren mit zwischenliegender Drahtumwickelung gebildeter Elektromagnet *H* eingesetzt, welcher durch die Stellvorrichtung *O* höher oder tiefer gestellt werden kann. Sein Anker *K* wird durch die Spannvorrichtung *L* gehalten und wälzt sich, wenn er vom Elektromagneten angezogen wird, an dem Curvenstück *J* ab. Durch ein Gelenkstück *N* ist er mit einer ringförmigen Platte *M* verbunden, die auf der stellbaren Schraube *S* ihren Auflagepunkt hat. Bei nicht angezogenem Anker liegt die Hemmplatte *M* so, dass der aus einem Messingrohr gebildete obere Kohlenhalter *E* bequem durch sie hindurchgleiten kann. Letzterer hat in der Hälfte seiner Länge einen Boden *B* und der so gebildete obere Raum desselben dient zur Aufnahme von Glycerin, in welches hinein ein am Deckel des Kapselrohres befestigter Kolben *D* ragt. Der untere Kohlenhalter *G* ist isolirt am Gehäuse *A* befestigt. Wird nun der Anker *K* angezogen, so wälzt er sich am Stücke *J* ab, bringt dadurch die Hemmplatte *M* in eine schiefe Lage, so dass sie sich am Kohlenhalter *E* festklemmt und nimmt schliesslich *M* und *E* mit in die Höhe, wodurch sich der Lichtbogen bildet. Wird dieser zu gross, so fällt der Anker *K* ab, *M* legt sich auf die Schraube *S*, kommt dadurch wieder in die horizontale Lage und lässt nun den Kohlenhalter *E* in dem Masse durchgleiten, als Glycerin zwischen Rohr *E* und Kolben *D* über letzteren tritt.

Apparat zur Regulirung des Ausflusses von Gasen unter beliebigem Druck.

Von Jules Ville. *Journ. d. Phys. 1882. Juli.*

Verfasser hat sich die Aufgabe gestellt, den Ausfluss eines Gases bei beliebigem Druck zu compensiren. Er hat zu diesem Zwecke einen Apparat construirt, welcher automatisch das in

einem Behälter comprimirte Gas, trotz des Ausfliessens, unter bestimmtem Druck hält. Aus einem Reservoir mit comprimirtem Gas wird dem aus dem Behälter ausfliessenden Gas durch den Regulator so viel neues Gas zugeführt, dass in jedem Augenblicke die Druckverminderung compensirt wird.

Der Apparat, welcher zwischen dem unter bestimmtem Druck zu haltenden Gasbehälter und dem Reservoir steht, wird von einem Quecksilber-Manometer besonderer Construction gebildet. Die eine Röhre desselben enthält das Gas unter constantem Anfangsdruck, die andere steht mit dem Gasbehälter in Verbindung. Sobald sich der Druck in letzterem vermindert, steigt das Quecksilber in der manometrischen Röhre, kommt in Contact mit einer Metallspitze und schliesst einen Strom, welcher auf einen Elektromagneten wirkt. Letzterer zieht eine Stange von weichem Eisen an, an welcher ein Ventil befestigt ist; dieses wird geöffnet und lässt nun so viel Gas von dem Reservoir in den Gasbehälter, bis die Gleichheit des Drucks in den Manometerröhren wieder hergestellt ist. Das Quecksilber sinkt dann wieder, der Strom wird geöffnet, das Ventil fällt in seine Anfangsstellung zurück und die Verbindung zwischen Reservoir und Behälter ist unterbrochen. — Die einzelnen Theile des Apparates werden wie folgt beschrieben:

Der Elektromagnet ist zwischen zwei Kupferscheiben befestigt, welche centrisch mit einander mittels der Kupferröhre *l* (Fig. 1) verbunden sind; auf den beiden Scheiben sind die cylindrischen Behälter *cc'*, ebenfalls aus Kupfer, befestigt, welche mit einander durch den Tubus *l* in Verbindung stehen. Das obere Ende dieses Tubus kann durch ein Ventil aus Hartgummi *s*, mit metallischem Kern, hermetisch abgeschlossen werden. Der metallische Kern gehört zu einem prismatischen Stabe aus Kupfer, welcher durch den Tubus *l* geht und nach beiden Seiten über ihn hinausragt. Der Stab trägt unterhalb des Tubus *l* eine Stange aus weichem Eisen *d*, deren Enden den Axen der Arme des Elektromagneten gegenüber stehen. Die äussersten Enden der

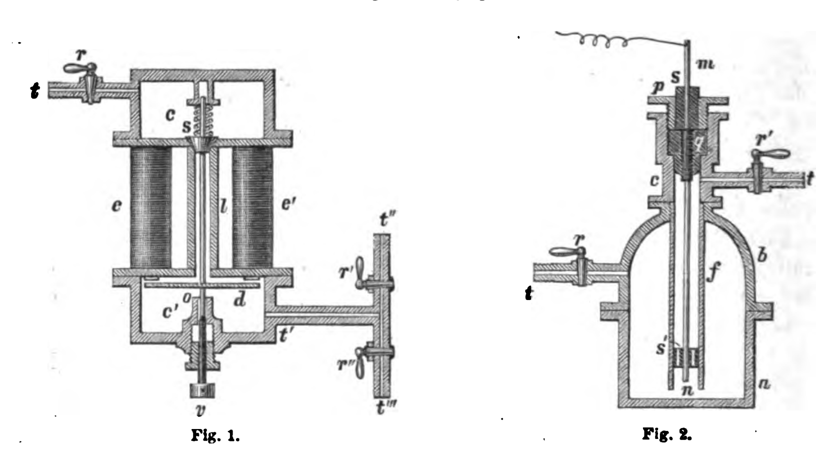


Fig. 1. Fig. 2.

Kupferstange sind in Führungen *o* befestigt. — Der obere Behälter *c* trägt die rechtwinkelig angebrachte Röhre *t* mit dem Hahn *r*. An dem unteren Behälter *c'* ist seitlich eine Röhre mit drei Armen *t'*, *t''*, *t'''* und den Hähnen *r'*, r'' angebracht. Die untere Wand von *c'* hat eine Oeffnung, durch welche mit hermetischem Verschluss die Schraube *v* geht; mittels derselben kann man den Kupferstab und somit das Ventil heben und senken und also den Apparat einem bestimmten Druck aussetzen. Zur Batterie werden Leclanché'sche Elemente verwandt.

Das Quecksilbermanometer wird von einem aus zwei Theilen bestehenden metallischen Behälter gebildet, von denen der untere Theil *a* (Fig. 2) aus Eisen oder vernickeltem Messing, der obere Theil *b* aus Kupfer ist; beide Theile sind fest miteinander verbunden. Der Kupfer-Theil *b* trägt seitlich die Verbindungsröhre *t* mit dem Hahn *r*. Nach oben ist *b* durchbrochen und trägt das Kupferstück *c*, welches sich nach unten in dem Eisencylinder *f* fortsetzt; letzterer taucht so tief in den Behälter ein, dass sein unteres Ende nur 1 cm von dem Boden des Gefässes absteht. In der Axe des Cylinder *f* befindet sich ein Stab aus vernickeltem Stahl, *mn*; dieser ist mit einem Cylinder aus Hartgummi, *q*, verschraubt, welcher seinerseits wieder mittels der Mutter *p* mit *c* in Verbindung steht. Diese Anordnung gestattet, den vernickelten Stahlstab *mn* nach Belieben zu heben oder zu senken; *mn* ist übrigens von den metallischen Wänden des Cylinders *f* mittels

runder Stücke aus Hartgummi. *s* und *s'*, vollständig isolirt. — Oben an dem Cylinder *f* ist seitlich noch die Verbindungsröhre *t'* mit dem Hahn *r'* angebracht.

Das Zusammenwirken der einzelnen Theile des Apparates geht nun in folgender Weise vor sich. Der Elektromagnet wird durch die Röhre *t* mit dem Reservoir *A* (Fig. 3) verbunden, durch die Röhre *t''* mit einer der Oeffnungen des Behälters *B*, in welchem man constant einen bestimmten Druck erhalten will und endlich durch die Röhre *t'''* mit der Verbindungsröhre *t* des Quecksilbermanometers; die andere Röhre *t'* des Manometers wird mit einer anderen Oeffnung

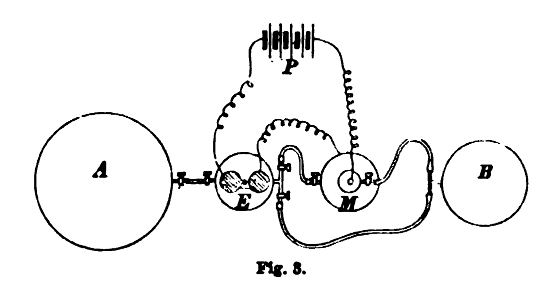


Fig. 3.

des Behälters *B* verbunden. Ein Leitungsdraht der Batterie wird an dem einen Arme des Elektromagneten befestigt, während der andere Arm mit dem Quecksilber des Manometers in Verbindung gebracht wird; an dem oberen Ende des vernickelten Stahlstabes befestigt man den anderen Leitungsdraht der Batterie.

Ist dies geschehen, so wird mittels der Schraube *v* das Ventil gehoben, und, bei geöffneten Hähnen *r' r''* des Elektromagneten und *r'* des Manometers, öffnet man den Hahn *r* des Elektromagneten, bis im Behälter *B* ein bestimmter Druck herrscht. Die Schraube wird dann niedergelassen und das Ventil fällt in seine erste Stellung zurück. Endlich öffnet man den Hahn *r* des Manometers, um gleichen Druck in allen Theilen des Apparates herzustellen und schliesst dann diesen Hahn, um in dem metallischen Gefässe, welches einen Arm des Manometers repräsentirt, Gas von dem Drucke, bei welchem man operiren will, einzuschliessen. Dieses eingeschlossene Gas ist es nun, welches den Gang des Experimentes regulirt.

Sobald in *B* eine Verminderung des Drucks eintritt, steigt das Quecksilber in dem Hauptcylinder des Manometers und berührt den vernickelten Stahlstab. Der Strom wird geschlossen, der Elektromagnet zieht den weichen Eisenstab *d*, welcher an dem Stab *l* befestigt ist, an, das Ventil wird geöffnet, das Reservoir *A* steht mit dem Behälter *B* in Verbindung und lässt so viel Gas in das letztere übertreten, bis die Druckverminderung compensirt ist. Ist dies eingetreten, so sinkt das Quecksilber in dem Cylinder *cf* des Manometers, der Strom wird unterbrochen, das Ventil fällt in seine erste Stellung zurück und die Verbindung zwischen *A* und *B* ist unterbrochen.

Es ist nothwendig, dass der Druck in *A* immer grösser sei, als der in *B*. Die Differenz hängt natürlich von der Kraft des Elektromagneten ab; bei dem vom Verf. construirten Apparat, welcher bei 15 Atmosphären gut functionirte, betrug diese Differenz 2 Atmosphären.

Kleinere Notizen.

Telethermometer. Von Rousseau. Maschinenbauer 1882. Heft 21.

Mittels des Telethermometers soll die Temperatur eines Raumes auf einer von demselben mehr oder weniger abgelegenen Station beobachtet werden können. Zu diesem Zwecke bediente man sich bisher des elektrischen Thermometers, welches auf den Widerstandsänderungen der Metalle bei verschiedenen Temperaturen beruht. Das vorliegende Telethermometer ist ein Luftthermometer, dessen Gefäss mittels enger Metallröhren mit einem auf dem Beobachtungsorte aufgestellten Manometer in Verbindung steht. Als letzteres können gewöhnliche Quecksilberbarometer benutzt werden, deren Scalen so getheilt sind, dass sie direct Temperaturangaben liefern; wendet man Metallaneroïde an, so müssen dieselben in einem mit dem Luftreservoir verbundenen, gegen äusseren Lufteintritt geschützten Gehäuse placirt werden. Durch Wahl eines weiten Gefässes und hinreichend enger Röhren kann die Einwirkung der im Communicationsrohr vorhandenen Luft nahezu unschädlich gemacht werden. *B.*

Ein Spectroskop für meteorologische Zwecke. The Nature. 1882. September 21.

Ein solches ist von Adam Hilger, Mechaniker in London construirt und wird von J. F. D. Donnelly empfohlen. Es erlaubt durch eine eigenthümliche Anordnung der Prismen, das rothe Ende des Spectrums besser zu sehen, als gewöhnlich der Fall ist; ferner ist für eine starke Dispersion gesorgt. Neben dem gewöhnlichen Objectivglase zwischen Spalt und Linsen ist es gegenüber dem Spalt mit einem verschiebbaren Tubus, welcher ein zweites Objectiv trägt, versehen. Es soll hierdurch erreicht werden, die Spectren verschiedener Theile des Himmels zu localisiren.

Für die Werkstatt.

Weichloth für Metall, Glas, Porzellan etc. Maschinenbauer 1882, Nr. 25.

Zur Herstellung eines Weichlothes für Gegenstände aus Metall, Glas, Porzellan etc. schüttelt man granulirtes Zink mit einer Lösung von Kupfervitriol, wobei sich dieselbe erwärmt und das Kupfer als feines braunes Pulver zu Boden fällt. Hiervon nimmt man nun, je nach gewünschter Härte des Lothes, 20, 30 oder 36 Theile und mischt sie in einem Gusseisen- oder Porzellantiegel mit Schwefelsäure vom spec. Gewicht 1,85. Diesem Gemenge setzt man unter beständigem Rühren 70 Theile Quecksilber hinzu, wäscht das Amalgam zur Entfernung der Säure gut aus und lässt die Masse abkühlen, deren Härte nach dem in 10 bis 12 Stunden erfolgten Kaltwerden die des Zinns erreicht. Beim Gebrauch erhitzt man das Loth auf ca. 375°, bei welcher Temperatur dasselbe vollkommen weich und plastisch ist, versieht beide zu vereinigenden Flächen mit demselben und drückt dieselben fest gegeneinander. *B.*

Ueber das Trocknen von Leinölanstrichen. Maschinenbauer 1882, Nr. 25.

Ueber die Zeitdauer des Trocknens von Ueberzügen aus Leinöl, Leinöl und Bleiweiss und Leinöl und Zinkweiss auf Metallen, Porzellan etc. sind neuerdings von Chevreul Versuche gemacht worden, welche ergaben, dass Leinölüberzüge in der Luft sehr schwer und nur bei Licht und Wärme durch Sauerstoffaufnahme langsam verharzen und festwerden. Hinsichtlich des Trocknens der Ueberzüge aus Leinöl mit Bleiweiss und Leinöl mit Zinkweiss hat sich herausgestellt, dass ein namhafter Unterschied in der Zeitdauer nicht stattfindet, dass aber Ueberzüge aus Leinöl mit Bleiweiss gemengt immerhin am schnellsten fest werden.

Es brauchten die letzteren zum Trocknen auf

Kupfer	5 Tage,	Glas	3 Tage,
Messing	2 „ ,	Gips	4 „ ,
Eisen	3 „ ,	gefirnisster Porzellan .	4 „ ,
Zink	3 „ ,	nichtgefirnisstes „ .	3 „ .
Blei	1 „ ,		

Das schnellste Trocknen würde mithin beim Ueberziehen von Blei erfolgen, wobei noch zu bemerken ist, dass bei glatter und glänzender Oberfläche gegenüber dem brüchigen, hakigem Gefüge das Eintrocknen in kürzerer Zeit vor sich geht. Die vorstehende zahlenmässige Angabe gilt ausserdem nur für den ersten Anstrich, bei welchem also Bleiweiss direct mit dem metallischen Blei in Berührung kommt; wiederholte Ueberzüge bedürfen bedeutend längerer Zeit zum Trocknen. *B.*

Handbohrmaschine von Beverley und Atkins. Maschinenbauer, 1882, Nr. 24.

Die von Beverly und Atkins in Sheffield fabricirten Bohrmaschinen für Hand- (Kurbel) wie auch Schnur-Betrieb besitzen eine mit selbstthätigem Vorschubmechanismus versehene Stahlspindel von 32 mm Durchmesser, welcher durch Wechselräder 13 verschiedene Geschwindigkeiten ertheilt werden können und welche durch Spiralräder aus eingesetztem Schmiedeeisen getrieben wird. Ausserdem ist ein genügend verstellbarer Bohrtisch mit Schraubstock vorgesehen, der indessen auch vermöge geeigneter Mechanismen radial ausgeschaltet werden kann. Mit dieser handlichen Maschine, welche zudem Bohrstangen zum Ausbohren von Lagerschalen aufzunehmen im Stande ist, können Löcher bis zu 38 mm Durchmesser gebohrt werden. *B.*

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Buchdruckerei von Gustav Schade (Otto Francke) in Berlin N

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Geschäftsführender Ausschuss der Herausgeber:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. **H. Landolt**, Vorsitzender. **R. Fuess**, Beisitzer. Reg.-Rath Dr. **L. Loewenherz**, Schriftführer.

Redacteur: Dr. Georg Schwirkus.

II. Jahrgang. **November 1882.** Elftes Heft.

Axen-Correction und Compensationsgehänge von F. Sartorius in Göttingen.

Mitgetheilt von

E. A. Brauer[1]), Docenten an der Kgl. Techn. Hochschule in Berlin.

Bekanntlich hat die Justirung der Axen einer jeden gleicharmigen Balkenwaage nach drei Gesichtspunkten zu erfolgen, nämlich so, dass

1. die Axen selbst unter einander parallel werden,
2. die Endaxen von der Mittelaxe gleiche Entfernung erhalten,
3. alle drei Axen möglichst genau in einer Ebene liegen.

Von diesen Bedingungen verliert die erste um so mehr an Bedeutung, je kürzer die Endaxen sind; sie verschwindet, wenn die Endaxen in Spitzen übergehen. Diese theoretisch empfehlenswertheste Form ist leider praktisch unbrauchbar, weil eine Spitze selbst von härtestem Material keine Dauer hat. Man kann aber auch bei Axen von angebbarer Länge einen Zustand schaffen, welcher mit dem ebengenannten die Eigenschaft theilt, dass die Vollkommenheit des Parallelismus der Axen unter einander verminderte Wichtigkeit hat. Es geschieht dies, indem man Einrichtungen trifft, durch welche die Mittelkraft aus den in den einzelnen Punkten der Axschneide wirkenden Einzeldrucken stets genau in denselben Punkt der Axe gebracht wird. Zunächst rein theoretisch genommen wirkt dann die Waage auch bei fehlendem Parallelismus der Axen vollkommen, wenn die betreffenden Druckmittelpunkte den Bedingungen 2 und 3 genügen. Praktisch wird aber ein möglichst hoher Grad von Genauigkeit erzielt werden, wenn ausserdem noch die Bedingung 1 möglichst vollkommen erfüllt wird.

Hiermit ist das Ziel gekennzeichnet, welches Sartorius mit seiner patentirten Axencorrection und dem Compensationsgehänge verfolgt.

1. Axencorrection.

Die Befestigung der Endaxen mit den zur Justirung erforderlichen Einrichtungen ist in Fig. 1 und Fig. 2 in übernatürlicher Grösse dargestellt.

Wie ersichtlich, ist das Carneol- oder Stahlprisma *A* in den oberen Theil des Metallsattels *B* schwalbenschwanzförmig ohne Anwendung von Klemmschrauben eingelassen, bildet also mit demselben ein unveränderlich festes Ganze. Dieser Sattel ist vierkantig prismatisch ausgearbeitet, auf das Ende *C* des Waagebalkens aufge-

[1]) Auf Grund der Besichtigung einer mit diesen Vorrichtungen ausgestatteten, für die Hygiene-Ausstellung 1882 bestimmt gewesenen Waage.

schoben und durch einen Keil *D* und verschiedene Klemmschrauben befestigt, welche gleichzeitig dazu dienen, dem Sattel mit Axprisma verschiedene Stellungen im Verhältniss zum Balkenende geben zu können, d. h. die Lage der Axe zu justiren.

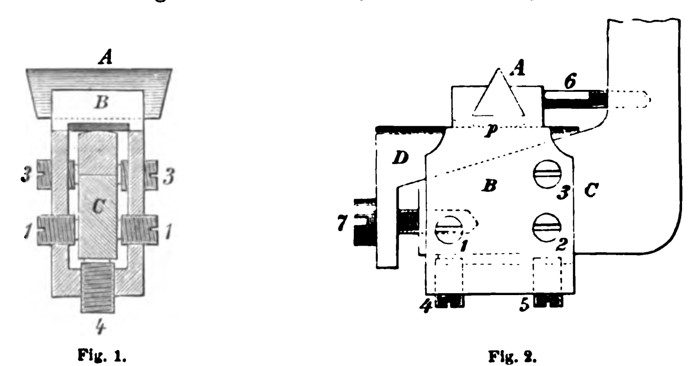


Fig. 1. Fig. 2.

Die Justirung erfolgt bekanntlich nach Probewägungen und zwar dient zur Prüfung der richtigen Axenentfernung die Beobachtung des Einspielens bei gleicher Belastung beider Schalen, zur Prüfung der richtigen Höhenlage die Beobachtung des durch ein bekanntes Uebergewicht erzeugten Ausschlages bei verschiedenen Belastungen nach vorhergegangenem, genauem Einspielen.

Wünschenswerth ist es daher, dass nach Berichtigung in einem Sinne durch die folgenden Nachstellungen in anderem Sinne das bereits erzielte Resultat nicht wieder gestört wird, kurz, dass die verschiedenen Justirungen von einander möglichst unabhängig sind.

Diese Forderung ist hier thatsächlich erfüllt.

Zur Parallelstellung der Axen (Bedingung 1) dienen die Schrauben 1,1, 2,2 3,3, welche paarweis einander gegenüber angeordnet sind. Die Schrauben 1,1, 2,2 liegen in einer gemeinschaftlichen Horizontalebene, die Schrauben 2,2, 3,3 in einer gemeinschaftlichen Verticalebene. Bewegt man nun die Schrauben 1,1 in der Weise, dass man die eine etwas löst und die gegenüberstehende um ebensoviel nachzieht, so findet eine geringe Drehung um eine durch die Schrauben 2,2, 3,3 gehende Verticalaxe statt, welche Drehung innerhalb enger Grenzen ohne Nachstellen der letzteren Schrauben möglich ist. Während die Endschneiden so parallel zu der durch die Mittelaxe gehenden Verticalebene gestellt werden können, erfolgt die Parallelstellung zu der entsprechenden Horizontalebene durch Einstellen der Schrauben 2,2, wodurch die Axe eine geringe Drehung um die Linie 1 3 erfährt. Bei allen diesen Bewegungen werden die Schrauben 1 bis 3 nicht scharf angezogen, sondern so angelegt, dass zwar eine sichere Führung des Sattels gegen das Balkenende erzielt, jedoch noch eine gewisse Beweglichkeit möglich gelassen ist.

Um die gleiche Entfernung der Axen (Bedingung 2) zu erzielen, benutzt man die Schrauben 4, 5, 6. Behufs Entfernung der Endaxe von der Mittelaxe wird z. B. 5 gelöst, 4 angezogen und 6 zur Anlage gebracht. Hierbei dreht sich der Sattel etwas um den auf der convexen Berührungsfläche hervorgehobenen Punkt *p*. Durch entgegengesetzte Bewegung lässt sich die Axenentfernung vermindern.

Zur Erzielung gleicher Höhenstellung der Axen (Bedingung 3), dient die Schraube 7 und der Keil *D* unter Mitbenutzung der Schrauben 4 und 5.

Will man die Axe heben, so werden die Schrauben 4 und 5 um gleichviel

gelöst um sodann den Keil *D* um ein entsprechendes Stück anziehen zu können; will man sie senken, so verfährt man in entgegengesetzter Weise.

Da durch diese Operation leicht eine geringe Drehung des Sattels um den Punkt *p* wider Absicht erfolgt, so muss die letzte Feinstellung der Axenentfernung nach der eben geschilderten Justirung vorgenommen werden.

Erweist sich endlich die Correction als nahezu in jeder Richtung vollendet, so werden die Schräubchen 4 und 5 fest angezogen, und damit ist, falls die Genauigkeit der Justirung dadurch nicht gelitten hat, die zuverlässige und genaue Befestigung hergestellt.

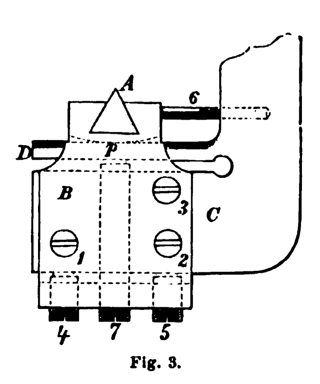


Fig. 3.

Fig. 3 zeigt eine ganz ähnliche Justirungsvorrichtung, bei welcher nur statt des Keiles *D* zur Höhenregulirung eine federnde Lamelle *D* dient. Die hier ebenfalls mit 7 bezeichnete Schraube geht durch eine glatte und mit hinreichendem Spielraum ausgeführte Bohrung der unteren Gehäusewand hindurch und findet ihr Muttergewinde in dem Balkenende, während sie mit dem oberen Ende gegen die durch Sägeschnitt von letzterem zum Theil losgetrennte federnde Lamelle drückt und so, wenn man sie dreht, das übergeschobene Gehäuse *B* nebst Carneol- oder Stahlprisma *A* hebt oder senkt.

2. Compensationsgehänge.

Wie schon erwähnt, soll durch das Compensationsgehänge der Druck der Last in solcher Weise auf die Axen übertragen werden, dass stets derselbe Punkt der dieselben bildenden Stahlprismen als mittlerer Angriffspunkt der über die linear erstreckte, äusserst kleine Berührungsfläche vertheilten Einzeldrucke resultirt. Es wird dies nur möglich sein, wenn in der horizontalen Ablesestellung der Waage die Pfanne

1. stets dieselbe Lage gegen die Horizontalebene, also auch gegen die Endaxe einnimmt,
2. der Schwerpunkt der Gesammtbelastung der Axe bei jeder beliebigen Lage der Last auf der Schale stets genau unter demselben Punkte der Axe und zwar womöglich unter deren Mittelpunkte liegt.

Beiden Bedingungen wird genügt, wenn man die Schale durch ein Kreuzgelenk mit der Pfanne verbindet und Sorge trägt, dass die Bewegung in den Axen desselben vollkommen reibungsfrei erfolgen kann.

Die Ausführung zeigt mit Weglassung einiger Nebentheile Fig. 4. Die unterseits eben geschliffene Carneolplatte *C* ruht als Pfanne auf der nicht gezeichneten Endschneide. Auf dieselbe stützt sich mit zwei zugespitzten gehärteten Stahlschrauben *aa* die Brücke *B*, mit welcher die Stahlgehänge *AA* in fester Verbindung stehen. Diese enthalten zwei Durchbohrungen, in welchen die mit dem Bügel *D* verbundenen Stahlprismen *ee* spielen. Der Bügel *D* kann sonach um zwei zu einander rechtwinkelige Axen frei schwingen, nämlich für sich allein, um die Axe *XX* und die Verbindung mit den Theilen *A*, *B*, *a*, *a* um die Axe *yy*. Deshalb wird sich die Schale mit dem Bügel *D* immer so einstellen, dass ihr Schwerpunkt genau unter den Mittelpunkt

der Endaxe fällt und die kürzeste Entfernung der beiden Linien *xx* und *yy* lothrecht steht, also mit der Axe *zz* zur Deckung kommt. Hieraus folgt wiederum, dass die Linie *yy* genau horizontal liegt, was, sofern die Oberfläche mit der Unterfläche der

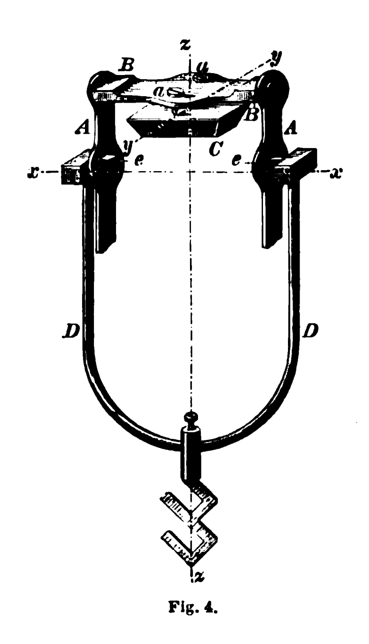


Fig. 4.

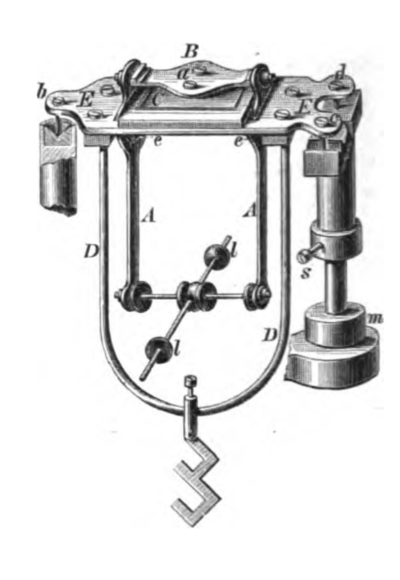


Fig. 5.

Pfanne parallel und die Endaxe ebenfalls horizontal ist, die stets horizontale Lage der unteren Pfannenfläche bedingt. Einige zur Arretirung erforderliche Theile sind nun noch zu besprechen.

Wie die vollständigere Darstellung des Gehänges Fig. 5 zeigt, steht der Bügel *D* mit der Platte *EE* in fester Verbindung, welche die Arretirungsschrauben *b c d* trägt. Diesen gegenüber stehen drei Carneollager, von denen das für *b* conisch, das für *c* rinnenförmig und das für *d* eben ausgeführt ist. Diese Lager, welche in horizontalem oder verticalem Sinne mittels der Muttern *m* oder der Schrauben *s* regulirt werden können, sitzen an den Arretirungsarmen, mit denen sie gemeinschaftlich gehoben werden. Nachdem sie die Schrauben *b c d* getroffen haben, nehmen sie die Last des Bügels *D* nebst Schale auf, und heben die Schneiden *ee* von ihren Unterlagen ab. Hierauf wird die Carneolpfanne *C*, welche zunächst an der Hebung des Bügels *D* noch nicht theilnimmt, durch die Platte *EE* gefasst und sammt dem System *ABaa* von der Endschneide abgehoben. Die Carneolpfanne ist zu diesem Zweck in eine rechteckige Durchbrechung mit nach unten conisch zulaufenden Wänden genau eingepasst, aus welcher sie im Zustande des freien Spielens etwas hervortritt, sodass sie mit der Platte *EE* ausser Berührung kommt.

Die Laufmuttern *ll* dienen dazu, dem Gehänge *AA* durch Verlegung des Schwerpunktes auch in dem Zustande, in welchem die Schneiden *ee* abgehoben sind, die Carneolplatte jedoch noch frei auf der Endaxe liegt, eine solche Lage zu geben, wie sie im normalen Belastungszustande eintritt, damit nicht im Momente des Ueberganges aus dem einen Zustand in den anderen störende Schwankungen des Gehänges *AA* eintreten.

Was die sonstige Ausführung der Waage anlangt, so ist der aus Aluminium

bestehende Balken in der bekannten Sartorius'schen Form aus einem Stück gearbeitet, mit Ausnahme desjenigen Theiles, in welchen die Mittelaxe ohne Spannung so eingeschoben ist, dass die Schneide ohne Unterbrechung auf ihrem Carneollager ruht.

Das in Bronze angefertigte Gehäuse gestattet infolge seiner leichten Construction die Verwendung grosser Glasscheiben, ist also der Beleuchtung möglichst wenig im Wege. Die Grundplatte besteht aus einer 15 mm dicken Spiegelglasplatte, ist daher weder mechanischen noch chemischen Aenderungen unterworfen und lässt sich leicht reinigen. Die geräumigen, mit Platin überzogenen Waageschalen können mittels ihrer Drahtbügel in die obere Abtheilung der eckigen Doppelhaken Fig. 5 leicht ein- oder ausgehängt werden. Drehbarkeit der Schalenbügel ist nicht nöthig.

Die Arretirungsvorrichtung bietet keine neuen Einrichtungen, weshalb ihre Beschreibung unterbleiben kann.

Ein modificirtes Keratoskop.

Von

Dr. **E. Berger**, Universitäts-Docent in Graz.

Dieses modificirte Keratoskop besteht aus einer Scheibe von 23 cm Durchmesser, auf deren Vorderfläche alternirend weisse und schwarze Ringe aufgemalt sind, ähnlich wie es bei den Keratoskopen von Placido, sowie von Javal und Schjötz, der Fall ist. Es ist diese Scheibe, die wir als Ringscheibe bezeichnen wollen, mit einer Handhabe versehen, welche mittels eines Klemmapparates an einem Tische stabil befestigt werden kann. Das Loch im Centrum der Scheibe und die nach hinten sich fortsetzende cylindrische 3 cm lange Röhre haben einen Durchmesser von 15 cm. Eine zweite Scheibe, auf deren Vorderfläche 24 radiäre Linien angebracht sind, hat eine nahezu gleich grosse centrale Oeffnung. An die Hinterfläche dieser Scheibe, die wir Strahlenscheibe nennen wollen, setzt sich eine 1 cm lange, dem centralen Loche entsprechende Röhre an, welche in die Röhre der Ringscheibe eingeschoben werden kann. Die radiären Linien sind schwarz auf weissem Grunde gemalt. Bloss ein Durchmesser ist von rother Farbe; seine Lage ist an der hinteren Fläche der Strahlenscheibe, welche 26 cm Durchmesser besitzt, durch eine Marke angedeutet. An der hinteren Fläche der Ringscheibe ist ein Gradbogen angebracht und zwar befindet sich der Nullpunkt desselben im verticalen Meridiane, während die horizontalen Meridiane mit 90° bezeichnet sind. Es entspricht dies der Bezeichnungsweise der Lage der Hauptmeridiane bei abnormem regulärem Astigmatismus nach Snellen.

Die Lage der Hauptmeridiane bei letzterer Krümmungsanomalie der Hornhaut werden folgendermaassen bestimmt. Die Strahlenscheibe wird an die Ringscheibe angebracht, indem die cylindrische Röhre der ersteren in die der letzteren eingeschoben wird. Die Strahlen erscheinen im Reflexbilde dort am längsten, wo der am schwächsten brechende Meridian liegt; in der Richtung des am stärksten brechenden Meridianes sind sie am kürzesten. Man dreht nun die Strahlenscheibe so lange, bis der rothe Durchmesser am längsten, hierauf bis er als der kürzeste erscheint. Beide Stellungen desselben werden am Gradbogen abgelesen. Die erstere Stellung giebt die Lage der Axe des Cylinderglases, welches den abnormen regulären Astigmatismus corrigiren soll, an.



In die cylindrische Röhre der Ringscheibe kann eine Chevalier-Brücke'sche Loupe eingelegt werden, welche eine grössere Annäherung des Apparates an die Hornhaut des Untersuchten gestattet und das Reflexbild derselben vergrössert. Radiäre Linien als Object für die Darstellung des Reflexbildes auf der Hornhaut geben noch Resultate über Krümmungsanomalien der Hornhaut in Fällen, wo mit den concentrischen Ringen keine Resultate mehr erzielt werden. Sie gestatten ferner mikrometrische Messungen mittels eines Fernrohres von kurzer Brennweite und in diesen Fällen annäherungsweise die Bestimmung der Grösse des Krümmungshalbmessers der Hornhaut. Ist β die Grösse des Reflexbildes eines Strahles, b die Grösse des Strahles selbst und a die Entfernung der untersuchten Hornhaut vom Keratoskope, so ist der Radius der Hornhaut nach bekannter Formel $r = \frac{2a\,\beta}{b}$. Bei irregulärem Astimatismus sind die Strahlen eines Durchmessers im Reflexbilde von ungleicher Grösse.

Verfertigt wird dieses modificirte Keratoskop von Carl Fritsch, vormals Prokesch in Wien, Gumpendorferstrasse 31.

Druckregulator für Destillationen und Siedepunktsbestimmungen.

Von

Prof. Dr. **W. Staedel** in Darmstadt.

Bei der Bestimmung von Siedepunkten unter verschiedenen Drucken, welche im Laufe der letzten Jahre im Tübinger Universitätslaboratorium ausgeführt wurden, bedienten wir uns zur Regulirung und Variirung des Luftdrucks im Siedegefäss eines Apparates, der im Nachfolgenden beschrieben werden soll.

An einem etwa 95 cm hohen und 40 cm breiten, vertical stehenden und in eine breite solide Basis eingelassenen Brette befindet sich auf der Vorderseite Fig. 1 ein Röhrensystem mit Manometer und Hähnen, während auf der Rückseite desselben der eigentliche Druckregulator Fig. 4 angebracht ist. Dieser Theil des Apparates ist eine von Dr. O. Schumann ersonnene Modification des Lothar Meyer'schen Druckregulators. Er besteht aus einem dickwandigen weiten Glasrohr, an welches oben und unten mit langen Röhrenansätzen versehene, gleichfalls dickwandige Glaskugeln derart angeschmolzen sind, dass der Inhalt der Glaskugeln nur durch die langen, in die weite Glasröhre eingeschobenen Röhrenansätze mit dem Inhalt der ersteren communicirt. Die Enden der beiden Röhrenansätze sind etwas umgebogen; ferner sind in die beiden Glaskugeln noch Glasröhren eingeschmolzen, welche an dem in die Kugel hereinragenden Ende umgebogen sind; hierdurch wird die Communication des Inneren der weiten Glasröhre mit der Luft hergestellt. Durch eine seitlich angebrachte, vermittels eines eingeschliffenen Glasstöpsels verschliessbare Oeffnung, füllt man die etwa 95 bis 100 cm lange weite Röhre zur Hälfte oder bis zu zwei Dritteln mit Quecksilber.

Diese nun als Flüssigkeitsventil dienende Röhre wird auf eine starke Holzplanke befestigt, auf welch' letzterer in ihrer Mitte ein starker Holzklotz, der mit

passenden Ausschnitten versehen sich über die Röhren auf die Planke legen lässt, aufgeschraubt ist. Auf diesem Holzklotz ist weiter ein eiserner Hahn befestigt, der in eine Hahnführung passt, welche fest in das oben erwähnte, vertical stehende Brett bei *D* Fig. 1 eingelassen ist. Um diesen Hahn in der Führung festzuhalten wird bei *H* Fig. 5 eine eiserne Platte auf denselben aufgeschraubt, welche durch den Eisenstift *F* fest angezogen werden kann. Der Hahn, welcher in Fig. 5 in einem Viertel der natürlichen Grösse dargestellt ist, hat eine Ringbohrung, wodurch bei jeder Stellung des Hahns die Communication der Oeffnung *a* mit der Oeffnung *D*

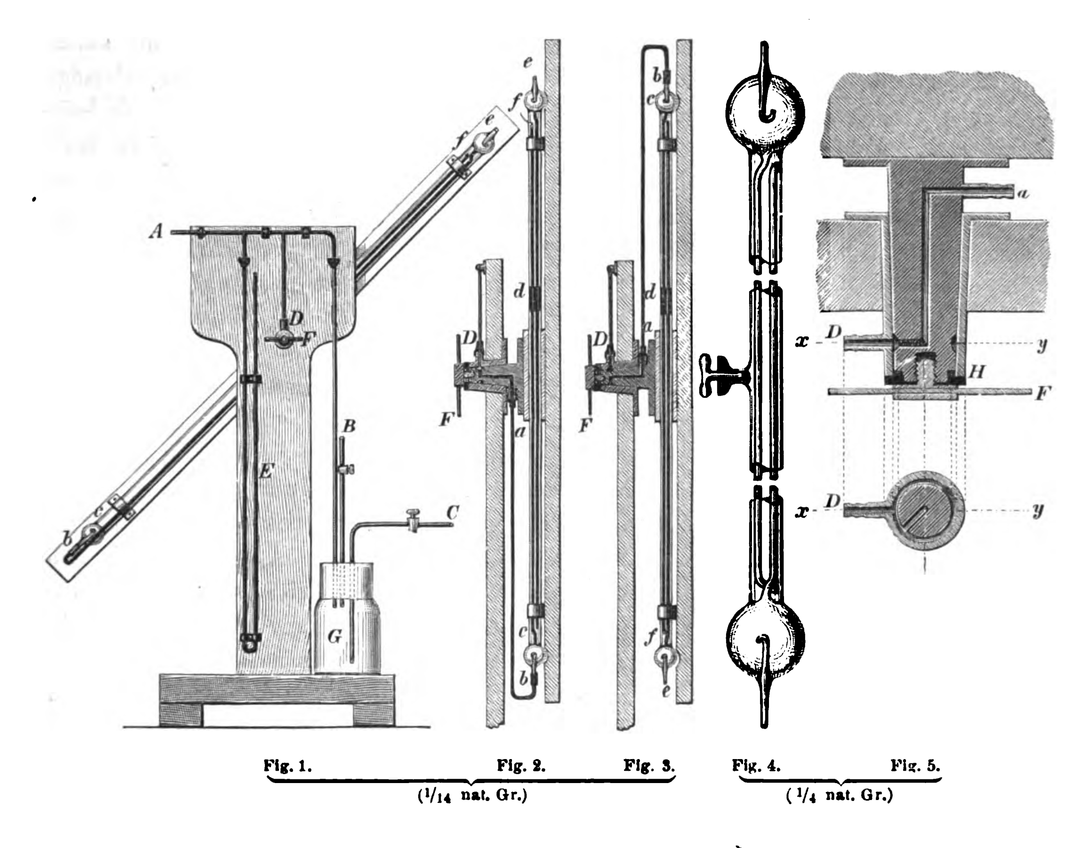


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3. (1/14 nat. Gr.) Fig. 4. Fig. 5. (1/4 nat. Gr.)

hergestellt wird, wie dies aus dem Durchschnitt des Hahns nach der Linie *g* Fig. 5 ersichtlich wird. Wird der eiserne Hahn nunmehr in die Führung eingesetzt und durch Aufschrauben der Eisenplatte darein befestigt, so hängt die oben beschriebene, theilweise mit Quecksilber gefüllte Glasröhre nun an der Rückseite des Brettes, so wie es Fig. 2 und 3 zeigen. Durch Drehung des Hahns kann man der Holzplanke und damit der Glasröhre jede beliebige Neigung geben. Verbindet man schliesslich noch die Oeffnung *a* des Hahns mit Hülfe einer Glasröhre und eines dickwandigen Kautschukschlauchs mit der Oeffnung *b* der Glasröhre, setzt man ferner bei *D* das aus Fig. 1 zu ersehende System von Röhren luftdicht auf, so hat man die Communication sowohl des Manometers *E*, als auch der an den Röhren *A*, *B* und *C* anzubringenden Gefässe mit dem Inhalte der als Druckregulator dienenden Glasröhre hergestellt.

Bei Benutzung des Apparates verbindet man *A* Fig. 1 mit einem Kohlensäure-

apparat, in welchem man das Gas unter einem Druck von bis zu 2 Atmosphären erzeugen kann, das dann, nach Passiren einer mit Chlorcalciumstücken gefüllten Glasröhre, getrocknet in den Apparat einströmend den Druck in demselben erhöhen soll. *B* verbindet man mit dem Siedegefäss oder dem Destillationsapparat und *C* mit einer Saugpumpe. Um eine Destillation oder eine Siedepunktsbestimmung bei niedrigerem Druck als dem der Atmosphäre vorzunehmen, schliesst man den Hahn *A*, öffnet *B* und *C* und giebt dem Druckregulator die Stellung wie in Fig. 2. Saugt man mit Hülfe der Pumpe Luft aus dem Apparate aus, so wird das Quecksilber im linken Schenkel des Manometers steigen, aber nur so lange, bis die Niveaudifferenz in beiden Schenkeln des Manometers gleich ist der Höhe *cd* Fig. 2. Von da an wird stets ebenso viel Luft durch den Druckregulator nachströmen, als man absaugt. Der Druck im Apparat in Millimetern ausgedrückt wird sein gleich dem gerade herrschenden Atmosphärendruck in Millimetern minus der Quecksilbersäule *cd* in Millimetern. Giebt man nunmehr der Holzplanke und damit dem Druckregulator eine mehr und mehr geneigte Stellung, so vermindert sich die Höhe *cd* immer mehr und demnach wird auch der Druck im Apparat steigen, bis er bei gerade horizontaler Stellung des Druckregulators gleich dem herrschenden Atmosphärendruck ist. Die Höhe *cd* ist dann gleich Null geworden, weshalb auch die Niveaudifferenz in den beiden Schenkeln des Manometers gleich Null sein wird.

Dreht man den Druckregulator in dem gleichen Sinne immer weiter, so dass die Oeffnung *b* höher liegt als *e*, so muss man den Hahn *C* schliessen, dafür den Hahn *A* öffnen und Kohlensäure in den Apparat einströmen lassen[1]). Nun wird der Druck im Apparat höher als der herrschende Atmosphärendruck und zwar um so viel, als jetzt die Höhe von *fd* beträgt. Hat allmälig der Druckregulator die Stellung wie in Fig. 3 angenommen, dann wird der Druck im Apparat gleich dem gerade herrschenden Atmosphärendruck plus dem der Quecksilbersäule *fd* (Fig. 3) entsprechend sein, da alle über jenes Maass in den Apparat hineingebrachte Luft wieder durch den Druckregulator entweichen wird. Um Schwankungen im Stand des Manometers beim Gleichbleiben der Neigung des Druckregulators vorzubeugen, ist es rathsam, die Flasche *G* anzubringen, wenn die Siedegefässe, wie dies bei Siedepunktsbestimmungen der Fall ist, sehr klein sind.

Wie man sieht, gestattet der Apparat ohne Unterbrechung eine Flüssigkeit sieden zu lassen bei Drucken von $At - cd$ bis zu $At + fd$, wenn At den herrschenden Atmosphärendruck in Millimetern Quecksilber und *cd*, resp. *fd* die Höhe der Quecksilbersäule im Druckregulator bei senkrechter Stellung desselben bedeutet.

Die bathometrischen Instrumente und Methoden.

Von

Prof. Dr. **Guenther** in Ansbach.

Seit den ältesten Zeiten steht das Problem, die Tiefe der Gewässer zu bestimmen, auf der wissenschaftlichen Tagesordnung. Zahlreich sind die Disciplinen, welche an einer erspriesslichen Lösung dieser Aufgabe Interesse nehmen: die Oceanographie bedarf ihrer, um die Bodengestaltung der Meere zeichnen und den cubi-

[1]) Selbstverständlich kann man den hier nöthigen Druck auch auf andere Weise hervorbringen.

schen Inhalt der die Erdoberfläche bedeckenden Wassermassen richtig abschätzen zu können, die Thiergeographie kann nur auf diesem Wege der Beantwortung der Frage näher zu kommen hoffen, bis zu welchen Tiefen hin organisches Leben auszudauern vermag, und was endlich die Geophysik im engeren Sinne anbetrifft, so ist für sie nach mehr als einer Seite hin die exacte Messung der Meerestiefe von Wichtigkeit. Es sei nur erinnert an Bischof's Versuche, bathometrisch seine Hypothese von einer gleichmässig sphärischen Krümmung des Meeresgrundes zu begründen, oder auch an die für die nächsten Jahre maassgebenden Arbeiten über das sogenannte Geoid, d. h. jene unregelmässig gestaltete Fläche, welche unseren Erdkörper begrenzt; denn das Ergebniss dieser Bestrebungen kann nur dann ein günstiges werden, wenn man die mittlere Höhe der Continente und die mittlere Tiefe der Oceane wenigstens mit einiger Annäherung ermittelt hat. Im Verhältniss zu der hierdurch genügend gekennzeichneten Bedeutung des bathometrischen Problems ist dasselbe keineswegs weit genug fortgeschritten, und zwar liegt dieser Mangel in der Natur der Sache nur allzutief begründet. So gewaltige Anstrengungen auch von Seiten hervorragender Physiker und Techniker behufs Construction zweckentsprechender Tiefenmesser gemacht worden sind, so stellten sich doch bei allen in Vorschlag gebrachten Apparaten Nachtheile heraus, sei es, dass solche gleich von Anfang an theoretisch nachgewiesen werden konnten, sei es, dass sie sich erst bei der Anwendung selbst, ohne die Möglichkeit sofortiger Compensation, allmälig herausstellten.

Angesichts dieses Sachverhaltes wird der im Folgenden gemachte Versuch auf Billigung rechnen dürfen, die bisher mehr oder weniger häufig zur Verwendung gelangten Instrumente und Untersuchungsmethoden der Bathometrie monographisch zusammenzustellen und kritisch-geschichtlich zu beleuchten. Soviel dem Verf. bekannt, existirt eine solche Zusammenstellung, die auch nur einigermaassen Anspruch auf Vollständigkeit erheben könnte, zur Zeit noch nicht, und doch wäre sie aus mehrfachen Gründen gewiss sehr wünschenswerth; ganz besonders läge dieselbe wohl im Interesse künftiger Erfinder. Diejenigen, welche die Idee einer Vervollkommnung der bisher üblichen Verfahrungsweisen in sich tragen, mögen aus der vorliegenden Skizze ersehen, was zur Zeit fertig vorliegt, welchen Gesichtspunkten die Technik bereits Rechnung getragen hat, und es wird denselben so ungleich leichter werden, den richtigen Punkt herauszufinden, an welchem ihre eigene Thätigkeit einzusetzen hat. Namentlich kann nur auf diese Weise jener Verschleuderung kostbarer geistiger Kraft vorgebeugt werden, welche der Geschichtschreiber der Wissenschaft unzählige Male zu beklagen hat, und die darin besteht, dass ein und dieselbe Erfindung in verschiedenen Zeiten immer wieder von Neuem gemacht wird — eine Erscheinung, die unseren Lesern auch auf den folgenden Seiten mehrfach entgegentreten wird. Allerdings soll gleich hier im Anfange bekannt und betont werden, dass absolute Vollständigkeit in dieser Abhandlung zwar angestrebt, jedoch auch nicht einmal annähernd erreicht worden ist. Verantwortlich ist für diese Unvollkommenheit theilweise die ungemein chevalereske Art des Citirens zu machen, welche leider sehr vielen Schriftstellern auf naturwissenschaftlich-technischem Gebiete eigen ist und bewirkt, dass man, statt zu den Originalen selbst aufsteigen zu können, ab und zu sich begnügen muss, aus abgeleiteten Quellen zweiten und dritten Ranges zu schöpfen; dann aber steht nicht selten auch der mehr äusserliche Umstand hin-

dernd im Wege, dass Zeitschriften und Bücher, deren Kenntnissnahme wünschenswerth gewesen wäre, für die Mittel des Berichterstatters unerreichbar gewesen sind. Der Verf. denkt hierbei zunächst an je eine Schrift von Alenitzine und Guieysse[1], deren er nicht habhaft werden konnte, und die doch möglicherweise ihm die Lösung der gestellten Aufgabe wesentlich erleichtern konnten.

Das Wort Bathometrie wird hier in seinem ursprünglichsten und engsten Sinne aufgefasst. Nur die Messung der absoluten Tiefe eines — in der Regel stillstehenden — Gewässers kommt hier in Betracht; alle Nebenzwecke, welche man mit bathometrischen Vorrichtungen gewöhnlich noch weiter zu erreichen sucht, sollen, da derselbe sonst eine viel zu grosse Ausdehnung erreichen müsste, von diesem Berichte ausgeschlossen bleiben. Es wird somit nicht die Rede sein können von den Schleppnetzen, Bodenkratzern, Hydra-Apparaten, nicht von den Hülfsmitteln, durch welche Grundproben an die Oberfläche gebracht werden sollen, und ebensowenig von dem reichhaltigen Capitel der submarinen Thermometrie. Die Anlage unseres Aufsatzes wird in der Hauptsache eine systematische sein. Bei genauerem Zusehen lassen sich die bathometrischen Methoden nach vier unter sich principiell verschiedenen Kategorien abtheilen, und jeder derselben wird eine besondere Hauptabtheilung gewidmet werden; wir unterscheiden das directe Auslothen eines Beckens, die Messung der Seetiefe mittels eines Auslösungs-Apparates, jene Gattung von Messungsmethoden, denen in der Aerostatik die Bestimmung des Luftdruckes durch das Aneroidbarometer als Aequivalent zur Seite steht, und endlich eine vierte Gruppe, in welcher specielle physikalische Gesetze, von denen früher gar kein Gebrauch gemacht ward, zur Geltung gelangen. Innerhalb jeder einzelnen der vier Abtheilungen, die wir solchergestalt stipulirt haben, wird dann die Darstellung einen geordneten geschichtlich-chronologischen Gang zu befolgen haben.

I. Die unmittelbare Lothung.

Für kleinere Wasserbecken, wie für Flüsse, Seen und Meeresbuchten, empfiehlt sich noch immer am Meisten das uralte und primitive Verfahren, einen schweren Körper an einer Leine bis auf den Grund hinabzulassen und, nachdem der erstere wieder emporgezogen ist, direct die Länge des eingetauchten Theiles zu messen. Die kleinen Verbesserungen, welche sich bei dieser Methode anbringen lassen, sind in einer Schrift von E. Mayer[2]) gut beschrieben. Es versteht sich, dass man dem Lothe eine zur Durchdringung des Wassers möglichst geeignete Gestalt verleiht, und da sich die paraboloidische Form, welche nach Chapman's Untersuchungen die eigentlich beste wäre, aus praktischen Gründen nicht wohl herstellen lässt, so wählt man einen etwa ·5 kg schweren pyramidalen Blei- oder Eisenkörper, der gewöhnlich an einer Hanfleine befestigt wird. Diese Leine wird durch eingeflochtene Knoten oder angeheftete gefärbte Zeugstücke nach dem gewählten Maasse eingetheilt, so dass unmittelbar die erreichte Seetiefe abgelesen werden kann. Gewöhnlich wird von den Seeleuten unmittelbar vom Rande des Bootes aus gelothet, wobei allerdings

[1]) Alenitzine, la clef du bathomètre, St. Pétersbourg 1878.
Guieysse, Étude sur les sondages, Paris 1880.

[2]) F. Pfaff, Einige Bemerkungen über die Tiefenbestimmungen von Seen, Zeitschr. d. d. u. ö. Alpenvereins, 1879, S. 166 ff.

einzelne Uebelstände nicht zu vermeiden sind. Zur Beseitigung derselben hat F. Pfaff[1]) einen Rahmen (Fig. 1) angegeben, mittels dessen dem Nachtheil abgeholfen werden kann, der für die richtige Messung der Tiefe daraus entsteht, dass sich die Lothschnur unter einem schiefen Winkel in's Wasser senkt. An der Stange *S* ist diese Schnur aufgewickelt, und mit der Kurbel *K* wird die Abwickelung derselben bewerkstelligt. Die Nothwendigkeit, für ein streng verticales Hinabsteigen des Gewichtes zu sorgen, ward schon im vorigen Jahrhundert vielfach empfunden, und wir sind in der Lage, aus einer wenig bekannten Schrift, welche jener Zeit entstammt, einen recht augenfälligen Beleg für diese Thatsache beizubringen. Der Jesuit Philippus Arena, welcher eine Monographie über die Bestimmung der wahren Erdfigur veröffentlichte[2]), veranstaltete eine Gradmessung nicht auf dem Festlande, sondern auf der in manchen Beziehungen hiezu allerdings viel tauglicheren Meeresoberfläche; zu diesem Zwecke liess er zwischen zwei fest verankerten Schiffen, deren Breitendistanz astronomisch bestimmt ward, eine Leine parallel dem Meeresniveau ausspannen, und an beiden Endpunkten Normalen auf dieses letztere fällen. Kanonenkugeln wurden an Tauen auf den Grund hinabgelassen, und damit diese Stricke auch genau die verticale Richtung einhielten, wurde eine Vorrichtung ersonnen, welche mit der von Pfaff angegebenen im Princip völlig übereinstimmt und sich nur durch allzu grosse Complicirtheit unvortheilhaft von jener unterscheidet[3]). Arena beabsichtigte, wie gesagt, nicht eigentlich, Messungen von Seetiefen zu liefern, indess leuchtet ein, dass dieser Zweck nebenbei ganz gut mit erreicht werden konnte.

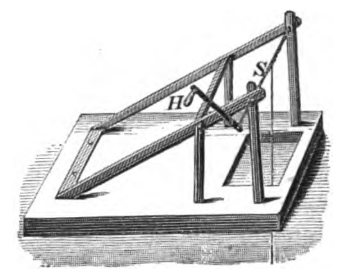


Fig. 1.

Einem anderen Missstande, der sich bei den gewöhnlichen Lothungen auf hoher See nicht minder fühlbar macht, ist ungleich schwieriger abzuhelfen. Je tiefer der Schwerkörper sinkt, um so mehr vermehrt sich die Reibung längs der Lothleine, und damit geht die Möglichkeit verloren, den Moment scharf zu fixiren, in welchem das Senkblei den Grund berührt hat. Aus diesem Grunde hat man von jeher die Frage nach der Wahl des besten Stoffes für die Lothleine vielseitiger Erwägung unterzogen. Wie wir einer Mittheilung des um die Bathometrie hochverdienten holländischen Naturforschers Stipriaan Luiscius entnehmen[4]), tadelte schon Buffon an der üblichen Methode, dass man für die Schnur einen Stoff verwende, der specifisch leichter als das Meerwasser sei, so dass mithin zuletzt ein Punkt erreicht werde, bei welchem Gewicht und Schnur zusammengenommen nicht mehr wiegen, als das verdrängte Wasservolumen. Ihm trat Bouguer mit der Behauptung entgegen, dass gerade, wenn die Schnur sich gehörig vollgesogen habe, diese im Vereine mit dem Lothe schwerer sein müsse, als das Wasser, und Fleurieu machte den Vorschlag, die Leine aus Pferdehaaren zusammenzusetzen, wodurch dieselbe aber in hohem Grade der Gefahr des Zerreissens ausgesetzt werden würde. Eigentlichen

[1]) E. Mayer, Tiefenmessungen; ein Beitrag zur Geodäsie, Wien 1871. S. 3 ff.

[2]) Phillippus Arena, Dissertatio geographica de dimensione et figura telluris, Panormi 1758.

[3]) Ibid. S. 21.

[4]) Stipriaan Luiscius, Beschreibung einer Meeressonde oder eines Bathometers, mit dem sich jede Tiefe des Meeres messen lässt, Gilbert's Ann. d. Phys., 33. Band. S. 419 ff.

Erfolg hatten diese Erörterungen für die Hauptsache nur insofern, als man sich von der alten Methode mehr und mehr völlig abwandte, wenigstens soweit man wissenschaftliche Zwecke im Auge behielt. Die nautische Routine hielt unentwegt an den üblichen Lothleinen aus Hanf fest, und erst ganz neuerlich hat W. Thomson auch auf diesem Gebiete Wandel geschaffen.

Die Idee, Metalldraht statt Fäden anzuwenden, soll nach Horner[1]) allerdings bereits von einigen Fischern Teneriffa's gehegt und realisirt worden sein, allein selbst wenn sich dies so verhält, hat die Wissenschaft nicht den mindesten Nutzen aus dieser Neuerung gezogen. Vielmehr gebührt, wie schon erwähnt, dies Verdienst ganz und voll dem genannten englischen Physiker, der im Jahre 1872 der britischen Naturforscherversammlung zuerst Kenntniss von seinem Vorhaben gab. Der bezügliche Originalbericht lautet folgendermaassen[2]): „Sir W. Thomson erläuterte dann „seine Idee, Stahldraht für Tiefseelothungen zu verwenden. Der Draht ist Klavier„draht (Nummer 22), welcher weniger unbehüflich und schwer ist, und mit weniger „Reibung arbeitet, als das jetzt gebräuchliche Hanfseil, auch nicht die bisher übliche „schwere Eisenmasse von 2 bis 3 Centner zum Herabsinken erfordert. Das Auswerfen „erfolgt mittels einer kleinen Trommel und wird durch eine einfache Unterbrechung „controlirt. Dieselbe besteht aus einem an dem einen Ende befestigten Seil, an „dessen anderem Ende ein 7 Pfund schweres Gewicht befestigt ist und welches „1 1/2 Mal um die Trommel geht. Der Draht wird rasch und leicht hochgezogen „und unterscheidet sich hierin vortheilhaft von dem alten System. Zum Schutz „gegen Rost wird der Stahldraht gefirnisst oder man lässt die Trommel in Oel gehen.

Ausgedehnte Verwendung hat der Apparat, welchen Thomson in Verfolgung des soeben skizzirten Gedankens construirte, unter dem Namen „Sounding-Machine“ gefunden und zwar bei der unter dem Capitain Belknap zur physikalischen Erforschung des nordpacifischen Oceans ausgesandten Tuscarora- Expedition. Dieselbe war mit Sondirinstrumenten auf das Reichhaltigste versehen, allein die Thomson'sche Maschine ward nach Belknap's ausdrücklichem Zeugnisse[3]) als die vorzüglichste von allen erfunden. Bei derselben ist auf einem Rade der Klavierdraht aufgewickelt; eine Zählvorrichtung gestattet unmittelbar aus der Anzahl der Drehungen die Länge des abgewickelten Drahtes zu entnehmen, und gleichzeitig ist ein Frictions-Dynamometer angebracht — alles auf einer gemeinsamen Plattform: „Ein Seil ohne Ende aus „9-fadigem Albacore-Tau von ungetheertem Hanf ist mit der Maschine in folgender „Weise befestigt: Eine Schleife des Taues ist an der äusseren Ecke des V-förmigen „Einschnittes der Trommel befestigt; das Tau geht vom Boden der Trommel her über „das Dynamometer-Rad und einmal um dasselbe; die andere Schleife des Taues „wird durch seine Lage über der Rolle eines Flaschenzuges straff gezogen, an „welchem ein Tauende befestigt ist, dessen eines Ende um einen festen Block ge„schlungen ist, während an dem anderen Ende Haken angebracht sind, welche Ge„wichte tragen. Das Seil ohne Ende soll Reibung auf die Trommel ausüben, mittels „welcher das Auslaufen des Lothungsdrahtes regulirt werden soll; es soll ferner die „Trommel mit dem Dynamometer verbinden, um die Spannung des Lothungsdrahtes

[1]) Gehler's physikalisches Wörterbuch, II. Aufl., 2. Band S. 943.

[2]) Reports of the British Association, G. Mechanical Science, Athenaeum, 1872 (2) S. 280.

[3]) Belknap, Deep-Sea Soundings in the North Pacific Ocean, obtained in the United States Steamer Tuscarora, Washington 1874. S. 6.

„zu messen; es wurde zuerst auch gebraucht, um den Lothungsdraht aufzuwinden.“[1]) — Zu dieser Vorrichtung, welche das Hinablassen und Messen besorgt, ist dann noch Seitens der Amerikaner ein besonderer Aufwindungs-Apparat („reeling-in apparatus“) construirt worden, der ebenfalls von Belknap beschrieben wird[2]). Ebenso findet sich in dessen Schrift[3]) eine detaillirte Beschreibung des Klavierdrahtes, dessen sich die Expedition bediente, und eine Anweisung, die Thomson'sche Sondirmaschine in der richtigen Weise zu verwerthen („Method of sounding with Sir William Thomson's Machine and Piano-Wire“[4]). In den uns bekannten, freilich durchweg auf Vollständigkeit keinen Anspruch erhebenden Darstellungen der bathometrischen Principien hat Thomson's Stahldraht-Maschine nirgends diejenige Beachtung gefunden, welche sie den mit ihr erzielten Erfolgen nach zu verdienen scheint, und wir hielten es deshalb für geboten, hier nachdrücklich auf die Belknap'sche Schrift aufmerksam zu machen, deren Figurentafeln auch dem ausübenden Mechaniker die nöthigen Fingerzeige geben können. Auf eine nähere Erklärung der Formen, welche die amerikanischen Nautiker ihren Lothen oder „Sounding-Cylinder“ gaben, um mittels derselben die geologische und zoologische Beschaffenheit des Meeresbodens zu ergründen, kann hier programmgemäss nicht eingegangen werden.

II. Die Auslösungs-Vorrichtungen.

Dass es immer eine mühselige Sache ist, durch unmittelbare Auslothung die Tiefe eines Gewässers zu bestimmen, musste auch schon älteren Forschern einleuchten, und so begegnen wir denn bereits im XV. Säculum dem später so ungemein häufig ventilirten Gedanken, zwei Körper mit einander zu verbinden, deren einer specifisch schwerer, der andere specifisch leichter als das Wasser ist. Der erstere sollte die Verbindung bis zum Meeresgrunde niederziehen, und alsdann sollte der zweite auf irgend eine Art von jenem sich loslösen und durch den Auftrieb der Flüssigkeit wieder an deren Oberfläche emporgehoben werden. Aus der Zeit, welche zwichen dem Verschwinden beider und dem Wiedererscheinen des leichteren Bestandtheiles verstrich, wollte man auf die thatsächlich erreichte Tiefe einen Schluss ziehen.

Von dem bekannten Cardinal Nicolaus Cusanus, der um 1450 n. Chr. eine für jene Zeit immerhin sehr geistreiche Schrift über mechanische Naturlehre verfasste und in dieser eben auch die ersten Vorschläge zur Anfertigung eines selbstthätigen Seetiefenmessers niederlegte, berichtet Poggendorff[5]): „Cusa's Bathometer bestand aus einer hohlen Kugel, beschwert mit einem Gewicht von solcher Grösse, dass dasselbe mit einer gewissen Geschwindigkeit im Wasser untersinkt. Das Gewicht ist mit der Kugel durch einen Mechanismus verbunden, der sich von dieser ablöst, sowie er von unten her einen Stoss erhält. Taucht man nun das Instrument in einen See oder Fluss, so sinkt es mit einiger Geschwindigkeit zu Boden; dort angelangt, löst sich durch einen Stoss das Gewicht ab, die Kugel steigt allein wieder

---

[1]) Siehe auch die Beschreibung des Apparates im „Bericht über die wissenschaftl. Instr. auf der Berl. Gewerbe-Ausstell. i. J. 1879“, S. 164.

[2]) Ibid. S. 8.

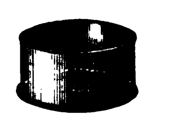
[3]) Ibid. S. 13 ff.

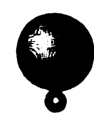
[4]) Ibid. S. 15 ff.

[5]) Poggendorf, Geschichte der Physik, Leipzig 1879. S. 116.

in die Höhe, und aus der Zeit zwischen ihrem Versinken und Wiedererscheinen wird die Tiefe berechnet".

Gerade aber über die Einrichtung des Auslösungs-Mechanismus, auf welchen doch so sehr viel ankommt, scheint sich der ideenreiche Kirchenfürst nicht weiter ausgesprochen zu haben. Was er versäumte, holte ein anderer deutscher Gelehrter, der Deutschungar Puehler, etwa hundert Jahr später nach, dessen in seiner Naivetät besonders klare und anschauliche Schilderung wir hier wörtlich wiedergeben. In der Einleitung erklärt er, dass ihm ein Freund, Wolfgang Ortner aus Gmunden in Oberösterreich, gesagt habe, der jener Stadt nahe gelegene Berg Traunstein erhebe sich steil 358 Klafter aus dem Wasser, und in der nächsten Nähe des Absturzes komme dem See eine Tiefe von 368 Klaftern zu, während weiter hinein das Loth keinen Grund mehr finde. Dies reizte ihn an, seiner Geodäsie als 44. Capitel das folgende einzuverleiben: „Wie die tieffe eines Weihers, Graben, See und anderer stilstehender Wasser, sollen künstlich abgemessen und ergründt werden." Dem Texte[1]) entspricht unsere Fig. 2; er selbst lautet.





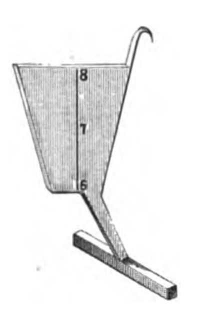


Fig. 2.

„Erstlich solt du ein rund hole kugel von metall, als von Zyn oder kupffer, auff das allerdinnest geschlagen, unnd dermassen gantz gemacht machen, dass kein tröpflin wasser darein gehe, wann die kugel, als du hören wirst, in das wasser gesenkt wirdt: unnd soll ein örlein von einem runden messenen Drat darauff gelötet sein. Darnach nimm ein vierecket ebengeschlagen plech, auch von metall gemacht, welches lenger, dann es breit ist, soll sein: und an dem ort der lenge breiter denn an dem andern: und soll auff der einen lengen seitten bey den breitten ort des plechs einen runden angel für sich geschossen, und zuruck gebogen haben: an dem andern ort diser seitten, soll es einen für gehenden fuss haben, der sich auch von dem plech zuruck dermassen herablasse: damit das plech, wenn es mit der holen kugel gesenckt wirdt, und der fuss den boden oder den grund in dem wasser erraichet, für sich sinck, unnd sich mit dem Angel auss dem örlein der kugel ziech, unnd die kugel also künne von dem plech müssig und ledig werden. Gestalt und form des plechs und der kugel hastu in nachfolgender Figur. Das plech aber soll an dem fuss also schwär sein, wenn der fuss an dem plech nicht wäre, dass er allein die kugel rincklich gen boden kan ziehen. Darnach soltu Dir ein erdengefäss lassen machen, das nit hoch, sunder breit, wie ein erden handbeck, wol gebrennet, unnd glasürt sey: und mitten an dem Boden, ein kleines löchlein hab: dises Instrument solt Du zuvor also zubereiten und probieren, an dem ort des sees oder wassers, da du das instrument widerumb waist auss dem Wasser zu gewinnen[2]): und die tieffe des wassers mit einer mass, als einem pleysenckel etlicher klaffter lang kanst abmessen, thu das plech mit seinem angel in das örlein der kugel: und

[1]) Puehler, Ein kurtze und grundliche anlaytung zu dem rechten Verstand Geometriae, Dillingen 1563. S. 652.

[2]) Est ist gemeint, dass man den Versuch zuerst an einer sehr seichten Stelle anstellen soll, welche gestattet, die Kugel vom Grunde leicht wieder heraufzuholen. „Erdengefäss" = irdenes Gefäss.

halt die kugel in der hand, und das plech an die kugel hange, und lasse daz plech in daz wasser sinken: unnd wenn du das erden gefäss auff daz wasser setzest und das wasser berürt, lasse die kugel auss der hand: darnach sihe wenn die kugel uber daz wasser auffart: in dem selben augenblick verhalt das löchlein das an dem boden des erden gefäss ist: alssdann weg das wasser das in dem erden gefässe gefunden auf das aller fleyssigest, merck das gewicht, wie schwär es gewogen hat: dergleichen sächte oder messe auch die tieffe des Wassers, an dem ort da du das instrument gesenkt hast: und was für eine Proportion der Zal der schwäre des gewichts des wassers zu der Zal der klaffter und tieffe des wassers hat: solche Proportion wird auch haben die zal oder schwäre des wassers in dem erden gefässe gefunden, wie jetz gesagt, zu der zal der klaffter, die die tieffe des wassers ist."

Abgesehen von dem originellen Vorschlag, die Zeitmessung auf eine Art von Wasseruhr zu basiren, stellt sich Puehler's Methode, von der es übrigens nicht feststeht, ob sie wirklich auch dessen volles geistiges Eigenthum ist[1]), als grundsätzlich identisch heraus mit jener allgemeinen Vorschrift, welche der Cusaner gegeben hatte. Beide Männer, und ebenso ihre sämmtlichen Nachfolger, welche das Problem der Seetiefenmessung lediglich mittels einer wie immer beschaffenen Auslösungsvorrichtung zu lösen gedachten, setzen dabei die Bewegung schwerer Körper im widerstehenden Mittel als eine gleichförmige voraus; ja man hat sogar späterhin für diese Annahme einen theoretischen Beweis erbringen zu können vermeint. Allein die Voraussetzung kann eben doch nur sehr *cum grano salis* richtig sein, und wenn auch zugegeben ist, dass beim Sinken des Systemes die Bewegung von einer gleichförmigen nicht eben sehr viel abweichen wird, da hier der zunehmende Widerstand die aus dem Gesetze des freien Falles folgende Beschleunigung in etwas paralysirt, so wird doch umsomehr, wenn der specifisch leichtere Bestandtheil der Verbindung sich von seinem Genossen gelöst hat, das Aufwärtssteigen des ersteren mit beschleunigter Geschwindigkeit erfolgen müssen. Solange also nicht eine tiefergehende Discussion hydrodynamischer Natur die bei dieser Bewegung thatsächlich statthabenden Vorgänge etwas mehr geklärt haben wird, haftet dem ganzen Principe der Auslösungsmechanismen eine gewisse Unvollkommenheit *a priori* an, die durch keinen Fortschritt der Technik beseitigt werden kann. Diesen Sachverhalt hat man deshalb im Folgenden stets zu beachten.

(Fortsetzung folgt.)

---

[1]) Puehler erwähnt nämlich, dass er, ehe er sein Buch dem Drucke übergab, den Inhalt desselben gründlich mit dem Tübinger Professor Philipp Apian durchberathen habe, und da sich dieser als gewandter Constructeur jederzeit erwiesen, so ist nicht ausgeschlossen, dass die Urheberschaft eigentlich ihm gebührt. (Vergl. Guenther, Peter und Phillip Apian, zwei deutsche Mathematiker und Kartographen, Prag 1882. S. 80.)



Ophthalmoskopische Refractionsbestimmung im umgekehrten Bilde.

Von
Prof. Dr. **H. Schmidt-Rimpler** in Marburg.

Das Princip meiner Methode zur ophthalmoskopischen Refractionsbestimmung ist folgendes.

Benutzt man bei der ophthalmoskopischen Untersuchung im umgekehrten Bilde einen concaven Augenspiegel (z. B. den Liebreich'schen) von mässiger Haupt-Brennweite (etwa 5 Zoll), so dient das von diesem entworfene, in der Regel zwischen Convexlinse und Augenspiegel schwebende umgekehrte und verkleinerte Luftbild der Lichtflamme als Beleuchtungsquelle für den Augenhintergrund. Dieses Flammenbild (B) muss sich auf der Netzhaut des untersuchten Auges scharf und deutlich

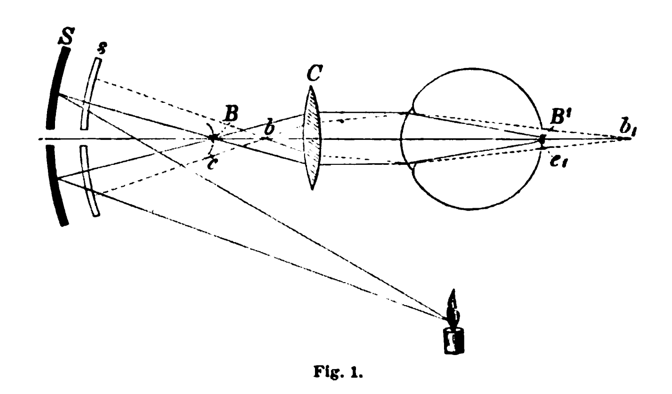


Fig. 1.

abbilden (in B_1) und ophthalmoskopisch sichtbar werden, wenn letztere in dem dem Flammenbild conjugirten Brennpunkt liegt oder mit anderen Worten, wenn die Refraction des Auges der Lage des Flammenbildes entspricht; andernfalls ist es undeutlich und verschwommen (Zerstreuungskreis e_1 und e). Durch Annähern und Abgehen mit dem Augenspiegel kann man das im relativen Brennpunkte des Spiegels entstehende Flammenbild in verschiedene Entfernungen von der vorgehaltenen Convexlinse bringen und diejenige feststellen, welche der Refraction des untersuchten Auges entspricht. Man wird alsdann ophthalmoskopisch ein scharfes Bild der Flamme auf der Netzhaut wahrnehmen.

Um die Refraction des Auges numerisch zu bestimmen, braucht man nur zu wissen, in welcher Entfernung sich bei dieser Spiegelhaltung das Flammenbild von der Convexlinse befindet. Dieselbe ist gegeben, wenn die Entfernung des Augenspiegels von der Convexlinse ($SC = E$) und die relative Brennweite ($SB = F$) des Spiegels bekannt ist: letztere von ersterer abgezogen ($E - F$) giebt die Entfernung des Bildes (B) von der Linse. Beide Werthe lassen sich leicht durch Messung finden. Wird die Convexlinse so vor dem untersuchten Auge gehalten, dass sie von diesem in einer Entfernung sich befindet, die gleich ihrer Hauptbrennweite ist, so lässt sich sehr einfach nach der Formel $\frac{f^2}{n}$ (wo f die Hauptbrennweite der zur Untersuchung im umgekehrten Bilde benutzten Convexlinse (C) und n die Differenz zwischen Bild-

lage (B) und dieser Hauptbrennweite bezeichnet) die Refraction bestimmen. Jede besondere Berechnung ist aber vollkommen entbehrlich, wenn man sich zur Untersuchung der Convexlinse 10,0 Dioptrien bedient und diese 10 cm vom Auge entfernt hält: hier entspricht jeder Centimeter Differenz zwischen Hauptbrennweite dieser Linse (= 10 cm) und Bildlage (B) einer Dioptrie Refractions-Anomalie. Ist B in Centimetern gemessen grösser als 10, so handelt es sich um Hypermetropie, kleiner, um Myopie. Findet man beispielsweise $B = 12$, so besteht Hypermetropie 2,0 (d. h. 12 — 10); oder $B = 8$, so besteht Myopie 2,0 (10 — 8), oder $B = 10$ endlich, so besteht Emmetropie.

Um recht genau die Schärfe des auf der Netzhaut entstehenden Bildes der Lichtquelle beurtheilen zu können, schafft man sich an Stelle der gewöhnlichen Lampenflamme als ophthalmoskopische Beleuchtungsquelle eine durch feine Stäbe getheilte, möglichst helle Figur; die Schatten der Stäbchen treten alsdann besonders ausgeprägt und deutlich hervor. Zu diesem Zwecke habe ich den in Figur 2 ge-

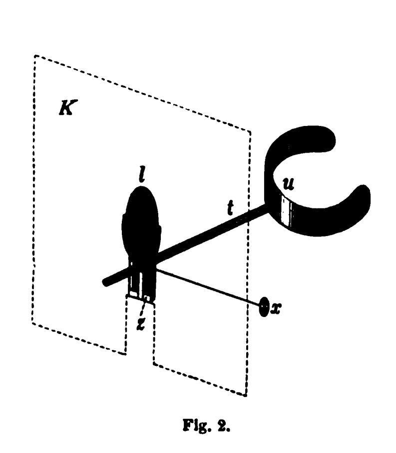


Fig. 2.


Fig. 3.
($^2/_3$ nat. Gr.)

zeichneten Apparat construirt. Er besteht aus einer 9 cm langen, platten Stange t (auf einer Seite nach Zoll-, auf der anderen nach Metermaass getheilt), die mittels einer federnden Klammer u an dem Cylinder der brennenden Lampe — möglichst Flachbrenner — so befestigt wird, dass die Flamme in gleicher Höhe mit der auf der Stange verschiebbaren und ev. mittels einer Schraube x festzustellenden Convexlinse l sich befindet. Die Linse soll soweit von der Flamme abstehen, dass letztere sich im Brennpunkt befindet; da ich gewöhnlich convex $^1/_3$ benutze, also 3 Zoll. Dicht vor der Linse befindet sich ein quadratischer schwarzer Blechschirm K (Seitenlänge 11 cm), der mittels kleiner an dem Gestell der Linse angebrachter Federn z getragen wird. In der Mitte des Schirmes befinden sich die Oeffnungen, welche von der Linse beleuchtet als Lichtquelle für den Augenspiegel dienen. In Figur 3 sind die Oeffnungen sowie der untere Ausschnitt des Schirmes, mit dem er der Stange aufsitzt, in $^2/_3$ natürlicher Grösse abgebildet; Figur 2 zeigt den Schirm punctirt und nur seine Oeffnungen auf der Linse durch Schraffirungen angedeutet; in Wirklichkeit verdeckt derselbe bei der Untersuchung grösstentheils den Apparat.

Damit weiter eine gleichmässige Entfernung der zum Ophthalmoskopiren im umgekehrten Bilde benutzten Convexlinse 10,0 vom Auge innegehalten wird, und zur Vor-

nahme der erforderlichen Messungen dient das Instrument Figur 4. Die Linse befindet sich in einem Gestell *c*, welches auf der 12 Centimeter langen, platten Stange *a* verschiebbar und mittels einer Schraube festzustellen ist. Unter der Stange trägt das Gestell eine linsenförmige Hülse *d* (von $3^1/_2$ cm Durchmesser), in der sich ein 60 cm langes Bandmaass (auf einer Seite Zoll-, auf der anderen Metertheilung bis Millimeter führend) zusammengerollt befindet. Die Oeffnung, aus der das Band kommt, muss möglichst senkrecht unter der Linse liegen. Die kleine Platte *h* ist mit Leder überzogen und wird gegen den Oberkieferrand unter das zu ophthalmoskopirende Auge gesetzt. Wenn man die Convexlinse 10,0 von dieser Platte 9,5 cm entfernt an der ebenfallsmit Centimetereintheilung versehenen Stange festschraubt, so wird sie ziemlich genau 10 cm von dem Hauptpunkt des Auges entfernt sein; — übrigens fallen kleine Differenzen hier nicht ins Gewicht. Am vorderen Ende der Stange befindet sich eine schwarze, runde Blechplatte *b* von 5 mm Durchmesser, welche zur Entwerfung des Gitterbildes bei der Bestimmung der relativen Brennweite des Augenspiegels benutzt wird.

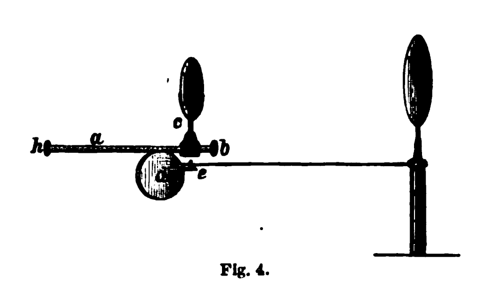


Fig. 4.

Das in der Hülse *d* befindliche Bandmaass wird durch eine Feder so gespannt, dass es nur, wenn man auf den Knopf *e* drückt, sich — leicht — herausziehen lässt und bei Nachlass des Zuges sofort wieder zurückgleitet. Lässt man mit dem Druck auf den Knopf nach, so bleibt der Theil des Maasses, der herausgezogen war, draussen. Bei der Anfertigung ist besonders darauf zu achten, dass nach Loslassen des Knopfes nicht noch ein Zurückschnappen des Bandes in das Gehäuse erfolgt.

Der benutzte concave Augenspiegel muss eine gute Schleifung haben. Ich habe gefunden, dass darin häufig von sonst tüchtigen Fabrikanten gefehlt wird. Bisweilen entwerfen die Spiegel überhaupt kein scharfes umgekehrtes Bild des Gegenstandes (z. B. der Lichtöffnung im Schirm) oder auch es zeigen sich neben dem Hauptbilde noch mattere Nebenbilder. Die beste Hauptbrennweite für unsere und überhaupt ophthalmoskopische Zwecke ist $5^1/_2$ bis 6 Zoll[1]. —

Bei der Untersuchung wird durch den an dem Bandmaass befindlichen kleinen Messingring, der so befestigt sein soll, dass die Spiegelfläche über dem Nullpunkt des Maasses steht, der Augenspiegel-Griff gesteckt, nöthigenfalls durch Abschrauben. Während man mit der linken Hand den Apparat an dem Blechgehäuse hält und ihn gegen die Wange des zu Untersuchenden setzt, drückt man mit dem Daumen auf den Knopf. Hierdurch wird das Bandmaass frei und folgt dem Ab- und Herangehen des Augenspiegels.

Die mit dem Apparat versehene Lampe steht links neben dem Kopfe des zu Untersuchenden, möglichst nahe an ihm und so, dass die Lichtöffnung des Schirmes in einer Höhe sowohl mit dem Auge des Patienten als des Untersuchers sich befindet. Da eine starke Intensität des durch die Oeffnungen auf den Spiegel fallen-

[1]) Der vollständige Apparat ist von dem Instrumentenmacher Holzhauer in Marburg zu beziehen.

den Lichtes das Verfahren erleichtert, so blicke man nach Ansetzung des Apparates bei der üblichen Augenspiegelhaltung erst durch die Spiegelöffnung auf die leuchtenden Quadrate und lenke eventuell durch Drehung der Lampe die Strahlen direct auf den Spiegel. Alsdann werfe man das Licht in das zu untersuchende Auge, indem man gleichzeitig mit dem Spiegel näher heran oder weiter abgeht, bis man die verkleinerte quadratische Figur mit ihren schwarzen Trennungslinien auf dem Augenhintergrunde scharf und deutlich sieht. Besonders achte man, um den Ort der maximalen Schärfe zu finden, auf die mittleren Quadrate und darauf, dass die horizontalen und verticalen Schattenlinien zwischen ihnen gleichzeitig deutlich hervortreten. Besteht Astigmatismus, so ist dies natürlich unmöglich, da bei ein- und derselben Spiegelentfernung ein scharfes Bild der horizontalen und verticalen Linien auf der Netzhaut nicht entworfen wird. Auch lasse man sich nicht etwa irre führen durch von der Linse reflectirte kleine quadratische Bilder, die gelegentlich hervortreten: ihnen fehlt die rothe Färbung der auf der Netzhaut entworfenen, ebenso sieht man an ihnen nicht Netzhaut-Details etc. Bezüglich der Stelle des Augenhintergrundes, die man zur Refractionsbestimmung benutzt, empfiehlt es sich, die Lichtquadrate dicht neben der papilla optica zu entwerfen. Den zu Untersuchenden fordert man, wie bei der Refractionsbestimmung im aufrechten Bild, auf, zur Erschlaffung der Accommodation möglichst in die Ferne zu blicken.

Auf der Papille selbst erscheinen die Bilder wegen der Unebenheit des Gewebes nicht immer scharf; die Macula lutea kann man nur benutzen, wenn das Auge stark atropinisirt und accommodationslos ist.

Hat man die möglichste Schärfe des Bildes erreicht, so hebt man den Daumen von dem Knopf ab und liest an dem Bandmaass, indem man den Apparat von der Wange des Untersuchten abhebt, ab, wie gross die Entfernung (E) zwischen Spiegel und Convexlinse (10,0) war. Hierbei muss man aber seinen Kopf vollkommen stillhalten, da es noch erübrigt, die bei dieser Kopf- bezw. Spiegelentfernung von der Lichtquelle vorhandene relative Brennweite des Spiegels (F) zu bestimmen[1]). Zu diesem Zweck entwirft man nunmehr das kleine Lichtquadrat mittels des Spiegels auf die schwarze Platte b, indem man wieder mit dem Daumen auf den Knopf drückt. Ist das Quadrat hier scharf abgebildet, so lässt man den Knopf los und liest die Entfernung zwischen Spiegel und Platte ab. $E - F$ giebt die Entfernung des Bildes von der Convexlinse und damit die Refraction.

Zu beachten ist bei der Abmessung von E, dass die Oeffnung der Blechhülse, aus der das Bandmaass rollt, meist etwas vor der Linse liegt; liest man demnach dort die Zahl der Centimeter ab, so wird man den kleinen Entfernungsunterschied hinzurechnen müssen; ebenso falls das Bandmaass beim Loslassen des Knopfes nicht sofort arretirt sein sollte, sondern noch etwas zurückschnappt. Auch muss der benutzte Concav-Spiegel, wie erwähnt, eine exacte Krümmung haben, da er sonst überhaupt kein scharfes Bild entwirft. Ferner ist die Hauptbrennweite der Convexlinse vorher sicher festzustellen.

Diese Methode der Refractionsbestimmung ist zuerst veröffentlicht in der Ber-

[1]) Es bedarf dieser Bestimmung in jedem einzelnen Fall, da die von den Lichtquadraten kommenden Strahlen nicht parallel sind.



liner Klinischen Wochenschrift 1877 No. 4; im Vorstehenden sind mancherlei Verbesserungen angegeben. — —

Der Apparat kann auch als Optometer bei der subjectiven Refractionsbestimmung benutzt werden, indem man, bei gleichem Vorhalten desselben vor das Auge des zu Untersuchenden durch die Convexlinse 10,0 kleine Schriftproben lesen lässt und so weit mit diesen abgeht, als sie noch deutlich gesehen werden können. Diese Entfernung giebt alsdann nach obigen Auseinandersetzungen in einfachster Weise die Refraction. Doch ist hier immer der Einfluss einer gewissen Accommodations-Spannung zu befürchten.

Kleinere Mittheilungen.

Ueber die Spannung des Quecksilberdampfes bei niedrigen Temperaturen.

Für feine Druckbestimmungen mittels des Quecksilberbarometers oder -Manometers ist die Kenntniss der Spannung des Quecksilberdampfes von der höchsten Wichtigkeit. Die dafür in den Lehrbüchern angegebenen Werthe rühren von Regnault her, welcher theils Quecksilber in künstlichen Atmosphären von verschiedenem Drucke sieden liess, theils für verhältnissmässig niedere Temperaturen den Unterschied des Quecksilberstandes in zwei in gemeinsamer Wanne stehenden Barometern bestimmte, bei deren einem der das Torricellische Vacuum enthaltende Theil der Röhre zu einem grösseren Glasgefäss erweitert war, welches Quecksilber von der Temperatur 0 enthielt. Aus den fünf Werthen bei 0° und 128°, welche durch die letztgenannte, und den Werthen bei 256, 384 und 512°, welche durch die erste Methode gewonnen waren, berechnete Regnault mittels der von ihm allgemein gebrauchten Biot'schen Formel mit fünf Constanten die Spannkraft für alle zwischenliegenden Temperaturen.

In zwei neuerdings veröffentlichten Arbeiten von Hagen und Hertz[1]) sind neue Versuche und Berechnungen über die Spannkraft des Quecksilberdampfes bei niedriger Temperatur enthalten, welche die Regnaultschen Resultate wesentlich modificiren. Hagen weist zunächst auf den geringen Mangel an Uebereinstimmung hin, welchen die von Regnault selbst beobachteten Werthe für Temperaturen zwischen 0 und 100° untereinander und mit seiner Formel zeigen, ein Umstand, der übrigens wohl nicht so unbekannt war, als es Hagen vorauszusetzen scheint[2]). Die Unsicherheit der betreffenden Regnaultschen Versuche muss einmal in der verhältnissmässig geringen Genauigkeit seiner kathetometrischen Messungen, andererseits in der Unsicherheit gesucht werden, mit welcher die Bestimmung der bei seinen Versuchen im Vacuum noch vorhandenen Luft verknüpft war.

Hagen hat zu seinen eigenen Versuchen zwei verschiedene Apparate benutzt. Der erste bestand aus einem M-förmigen Glasrohr, dessen mittlere beide Schenkel bis zur halben Höhe mit Quecksilber gefüllt waren, während der übrige Theil des Apparats durch eine Quecksilberluftpumpe so gut wie vollkommen von Luft befreit war. Der eine der beiden äusseren geschlossenen Schenkel des Rohrs ward constant auf 0° gehalten, der andere durch Kälte-Mischungen von Schnee und Kochsalz oder fester Kohlensäure mit Aether gekühlt, während die Quecksilbersäulen in beiden mittleren Schenkeln auf Zimmertemperatur gehalten wurden. Auf diese Weise ergab sich ein Mittel aus mehreren Versuchen für 0° als Spannung des Quecksilberdampfes 0,015 mm, während zwischen —80 und —46° durchaus keine Differenz

[1]) In den Verh. der phys. Ges. z. Berlin 1882.

[2]) Vergl. z. B. Wild, Ueber die Bestimmung des Luftdrucks, in Wilds Rep. f. Met. Bd. III S. 16.



gefunden wurde. Für höhere Temperaturen wurde ein Apparat in Form eines N angewandt, dessen zwei rechts gelegene Schenkel gleichfalls bis zur halben Höhe mit Quecksilber gefüllt waren und ganz in einem Thermostaten erhitzt wurden, während der links gelegene abwärts gehende dritte Schenkel stets auf 0° gehalten wurde. Auch hier war die Luft möglichst evacuirt. Aus Beobachtungen, die in der Nähe von 50°, 100°, 150°, 200° angestellt waren in Verbindung mit dem für 0° gefundenen Werthe wurden die fünf Constanten der Biot'schen Formel berechnet, mittels welcher dann die Spannung für andere Temperaturen interpolirt werden kann. Die von Hagen gefundenen Werthe sind wesentlich von denjenigen Regnaults verschieden, und, wie aus der unten angegebnen Tabelle hervorgeht, durchweg kleiner als die letzteren.

Hertz benutzte bei seinen Versuchen ein U-förmiges Manometerrohr, in dessen einen Schenkel ein Quecksilberthermometer eingeschmolzen war. Der Raum über dem Quecksilber beider Schenkel war völlig luftleer. Der Schenkel mit dem Thermometerrohr wurde durch ein ihn umgebendes Metallgehäuse erhitzt. Für die Rechnung benutzt wurden nur Beobachtungen bei Temperaturen zwischen 166° und 207°, da die Correction wegen Ausdehnung des Quecksilbers in dem erhitzten Schenkel die Werthe für niedere Temperaturen als zu unsicher erscheinen liess. Bei einer zweiten Methode wurden zwei Manometer benutzt, deren offene Schenkel communicirten. Das Communicationsrohr enthielt Luft von 10 bis 20 mm Druck, so dass jede merkliche Verdunstung vermieden war. Die Angaben der Thermometer hier wie auch bei den vorigen Versuchen sind durch Vergleichungen auf das Luftthermometer reducirt; auch hier sind die Werthe für niedere Temperaturen wegen der Correction für die Ausdehnung des Quecksilbers unsicher und wurden zur Berechnung nicht benutzt. Zur Berechnung der Dampfspannungen bei niederen Temperaturen benutzte Hertz eine Formel, welche die mechanische Wärmetheorie unter der Annahme ergiebt, dass die Spannung des gesättigten Dampfes bei diesen Temperaturen nahezu dem Mariotte'schen Gesetze gehorche.

Wir geben im Folgenden eine Zusammenstellung der aus den Formeln der drei Beobachter folgenden Dampfspannungen für Temperaturen zwischen 0° und 100°:

T.	Regnault.	Hagen.	Hertz.
	mm	mm	mm
0°	0,0200	0,015	0,0002
20°	0,0372	0,021	0,0013
40°	0,0767	0,033	0,0064
60°	0,1634	0,055	0,026
80°	0,3528	0,102	0,092
100°	0,7455	0,21	0,287

Die grosse Divergenz dieser Zahlen untereinander wird erklärlich, wenn man bedenkt, dass die Messung so geringer Drucke mit grossen Schwierigkeiten verbunden ist und dass der Unterschied der Zahlen theilweise nur von den verschieden angewandten Formeln herrührt. Die wahrscheinlichsten Werthe scheinen dem Ref. diejenigen von Hertz zu sein. Der Einwand Hagens, dass eine Extrapolation beobachteter Werthe unter allen Umständen mit grossen Unsicherheiten verknüpft sei, trifft in diesem Falle nicht zu, vielmehr lassen sich die Constanten der Hertzschen Formel, deren theoretische Richtigkeit zugegeben, mit hinreichender Sicherheit aus Beobachtungen bei höheren Temperaturen ableiten. Sehr berechtigt ist der Hinweis Hagens auf den kritiklosen Missbrauch der Stellenzahl, welche bei den Regnaultschen Zahlen — und auch sonst noch vielfach — auftritt, indem die 0,0001 mm angegeben werden, während aus eigenen Versuchen Regnault's die Unsicherheit der Zehntel hervorgeht. *T.*

Vereinsnachrichten.

Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik. Sitzung vom 3. October 1882. Vorsitzender: Herr Fuess.

Herr Regierungsrath Dr. Löwenherz hält den angekündigten Vortrag: „Der Abel'sche Petroleumprober und seine Anwendung. Der Herr Vortragende bespricht im Allgemeinen die Methoden der Prüfung des Petroleum auf seine Entflammbarkeit, erwähnt die anderwärts gebräuchlichen Petroleumprober und erklärt dann eingehend den Abel'schen Prober und die von der K. Normal-Aichungs-Commission zur Construction desselben hinzugefügten wesentlichen Verbesserungen. Ein Apparat wurde vorgezeigt und mehrere Petroleumproben damit untersucht. Da auf den Inhalt des interessanten Vortrags hier nicht näher eingegangen werden kann, wird auf eine demnächst erscheinende zusammenfassende Publication der Kaiserl. Normal-Aichungs-Commission verwiesen.

Sitzung vom 17. October 1882. Vorsitzender: Herr Doerffel.

Herr Professor Weber spricht „Ueber Patina und Metallfärbung".

Die Legirungen des Kupfers haben die Eigenschaft, sich unter dem Einflusse der Luft mit einer Decke zu überziehen. Oeffentliche Broncestandbilder, welche längere Zeit der Luft ausgesetzt gewesen sind, erscheinen häufig mit einer dunklen bis schwarzen Schicht überzogen; die schöne grüne Patina fehlt. Die Berliner Statue Friedrichs des Grossen ist schwarz; auch die Rossebändiger sind schwarz geworden. Dasselbe gilt unter Anderem von der Bavaria in München und einigen Pariser Statuen. Andere sind um so schöner, wie die Statue des grossen Kurfürsten in Berlin und mehrere Standbilder in Düsseldorf; ganz besonders schön sind die Broncedenkmäler in Italien. Zahlreiche Untersuchungen sind angestellt worden, um die Ursache der schwarzen Färbung zu ergründen. Nicht die Länge der Zeit bedingt die schöne leuchtende Patina. Eben so wenig haben äussere Umstände den maassgebenden Einfluss. Kloakengase verhindern allerdings die Patina-Bildung. Die Hauptursache liegt in der Zusammensetzung der Bronce. Von den Broncegiessern der neueren Zeit ist die Zusammensetzung so gewählt worden, dass der Guss blasenlos und leicht ciselirbar ist. Legirungen aus Kupfer und Zinn sind daher ihrer Härte wegen vermieden worden und man hat vorgezogen, Legirungen von 90 — 95 % Kupfer und 5 % Zink und Blei zu wählen. Nun widerstehen die Legirungen von Kupfer und Zinn ausserordentlich mehr der Einwirkung der Luft, wie die Zusammensetzungen aus Kupfer und Zink. Die Statue Friedrichs des Grossen, welche eine schwarze Färbung angenommen hat, enthält 8 — 9 % Zink, während das Standbild des grossen Kurfürsten, welches eine schöne Patina hat, nur 0,5 % Zink enthält; auch sind die Ciselirungen an letzterem noch sehr gut erhalten, während die Contouren am Denkmale Friedrichs des Grossen schon etwas abgenutzt sind. Die Wrangel-Statue besteht aus Kupfer und Zinn mit einem geringen Zusatze von Zink und bewährt sich sehr gut, während das mehr Zink enthaltende Denkmal des Grafen Brandenburg schwarz wird. — Die schwarze Färbung wird auch häufig durch geringe Beimischungen von Arsenik und Antimon begünstigt. — Der Herr Vortragende empfiehlt schliesslich bei neuen Statuen Legirungen von Kupfer und Zinn zu wählen und möglichst wenig Zink beizugeben, wenn auch den Giessern und Ciseleuren grössere Schwierigkeiten daraus erwüchsen. Die vorhandenen schwarz gewordenen Statuen will der Vortragende nach sorgfältigem Abputzen durch einen Lacküberzug geschützt wissen. Der Vortragende erläuterte seine Ausführungen durch einige Experimente, welche die Färbung von Kupferlegirungen unter dem Einflusse von Säuren zeigten.

Die Versammlung beschäftigte sich zum Schlusse mit der geplanten Collectiv-Ausstellung der Deutschen Mechaniker und Optiker bei der Hygiene-Ausstellung. Herr Fuess machte die Mittheilung, dass die zu diesem Zwecke gewählte Commission zu dem Schluss gekommen sei, dass die formelle Veranstaltung einer Collectiv-Ausstellung zu grossen Schwierig-



keiten begegne, und die letztere nicht stattfinden könne, sie stelle daher ihr Mandat der Versammlung zurück. Trotzdem würde die Ausstellung im Charakter einer Collectiv-Ausstellung angeordnet sein können und es würde für eine würdige Repräsentation gesorgt werden. Die auswärtigen Herren Mechaniker und Optiker mögen sich daher vertrauensvoll an den Vorsitzenden der deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik, Herrn Doerffel, Berlin NW., Unter den Linden 46, wenden.

Neu erschienene Bücher.

Lehrbuch der Elektricität und des Magnetismus. Von James Clerk Maxwell, M. A. Autorisirte Deutsche Uebersetzung von Dr. B. Weinstein. Erster Band. Berlin, Jul. Springer.

Auf den Inhalt dieses im Jahre 1873 in erster Auflage erschienenen weit verbreiteten Buches näher einzugehen, erscheint überflüssig. Es sei hier nur daran erinnert, dass die Darstellung von der sonst üblichen Annahme einer elektrischen Fernwirkung absieht und die elektrischen und magnetischen Erscheinungen in das Gebiet der Molecularphysik überführt. Hierzu ist eine nähere Betrachtung der Erscheinungen in den Dielektricis nöthig, welche die Grundlage der ganzen Theorie bildet. Die Erscheinungen der Elektricität und des Magnetismus werden von dieser neuen Darstellung ebenso vollständig umfasst wie von derjenigen, welche eine Fernwirkung annimmt; doch hat die erstere vor der letzteren den Vorzug, dass die Kluft zwischen Galvanismus und statischer Elektricität ausgefüllt ist. Von Einzelheiten aus dem Inhalte des vorliegenden ersten Bandes seien noch erwähnt die Fülle der gelösten elektrostatischen Probleme, die wahrhaft classische Darstellung der verschiedenen elektrischen Messapparate, sowie eine Theorie der Accumulatoren und Secundär-Batterien, die ja in neuester Zeit besondere Bedeutung erlangt hat.

Was die Uebersetzung betrifft, so legt dieselbe die von Niven nach dem Tode des Verfassers besorgte zweite Auflage zu Grunde, welche sich aber nur in den noch von Maxwell selbst neu bearbeiteten neun ersten Capiteln von der ersten Auflage unterscheidet; von den von Niven gemachten Zusätzen sind mit Recht die meisten wieder ausgemerzt, da sie auf Missverständnissen beruhen. Die Uebersetzung wird den ausserordentlichen Schwierigkeiten in geschicktester Weise gerecht; trotz vollkommen bewahrter Treue wird der Leser kaum je daran erinnert, dass er es mit einer Uebersetzung zu thun hat. Auch in der Uebertragung der vielen termini technici hat der Uebersetzer grossen Tact bewiesen, wenn auch manchmal zu fragen ist, ob nicht dort, wo der englische Ausdruck beibehalten ist, doch noch ein passender deutscher hätte gefunden werden können. So sei darauf hingewiesen, dass z. B. in der allgemeinen Theorie der Influenzmaschinen (S. 333) der Ausdruck „Carrier" wohl gut hätte durch „Träger" übersetzt werden können. Manche schwierige Rechnung im Original ist in der Uebersetzung etwas weiter ausgeführt oder durch Zusätze dem Verständniss näher gebracht worden. Im Ganzen lässt sich hoffen, dass die vorliegende Uebersetzung viel zur Verbreitung des so schwierigen grundlegenden Werkes beitragen wird.

Die Ausstattung des Buches ist zu loben; der Druck ist angenehmer für das Auge als der des englischen Originals; der um etwa ein Drittel niedrigere Preis wird der Uebersetzung einen ferneren Vorsprung vor dem Original sichern. *L.*

Kalender für Geometer und Culturtechniker. Unter Mitwirkung von Prof. Dr. Gieseler in Poppelsdorf und Geometer Müller in Cöln herausgegeben von Prof. W. Schlebach in Stuttgart. Jahrgang 1883. Mit vielen Holzschnitten. Stuttgart, Konrad Wittwer. Preis je nach dem Einbande M. 3,00 oder 3,50.

Der „Kalender für Geometer und Culturtechniker", dessen erster Jahrgang Refer. vor-

liegt, bildet die Fortsetzung des früher von Prof. Jordan herausgegebenen „Kalender für Vermessungskunde". Letzterer hat seit einigen Jahren zu erscheinen aufgehört; es war in Folge dessen ein Mangel entstanden, dem der vorliegende Kalender abhelfen soll. Der Herausgeber hat die Ziele des Kalenders theils enger gefasst, theils erweitert. Die Absicht des Herausgebers, ein Hülfsmittel nur für Geometer zu schaffen, bedingte einerseits das Fortfallen einiger Capitel, die in dem nach der Seite des Vermessungswesens hin allgemeiner gehaltenen älteren Kalender Aufnahme gefunden hatten; es sind dies die der Astronomie und höheren Geodäsie gewidmeten Abschnitte. Andererseits ist der Kalender um eine Reihe von Capiteln erweitert worden, welche der Culturtechnik gewidmet sind, die sich mit dem Vermessungswesen mehr und mehr zu verbinden scheint. Refer. kann sich nicht überzeugen, dass die Beibehaltung der weggelassenen Abschnitte für Astronomie und höhere Geodäsie den Kalender wesentlich belastet hätten; seiner allgemeineren Brauchbarkeit könnten diese Capitel nur förderlich sein. Auch hätte Refer. die Maassvergleichungstabellen in der Jordan'schen Form vorgezogen; besonders vermisst er hier die Verwandelungs-Logarithmen. Diese Bemerkungen sollen indess keinen Tadel enthalten, sondern nur ein Vorschlag sein, denn im Uebrigen ist der Inhalt des Kalenders mit einer solchen Sorgfalt und Sachkenntniss bearbeitet worden, dass es für den Geometer und Culturtechniker wohl keinen Fall geben wird, für den er sich nicht im Kalender Raths holen kann. Besonders wird der den Instrumenten gewidmete Abschnitt dem Geometer auf der Reise ein werthvoller und willkommener Berather sein. — In einer Beilage sind hauptsächlich das Vermessungswesen betreffende Gesetze und Verordnungen zusammengestellt.

J. François, *Le guide du niveleur.* Bruxelles. M. 3,20.

F. Klein, *Das Brachy-Teleskop der Marine-Sternwarte zu Pola nebst einer Geschichte des Spiegel-Teleskops.* Wien, Seidel & Sohn. M. 2,40.

O. Schulze, *Grundriss im Feldmessen, Nivelliren und Planzeichnen für den Unterricht an landwirthschaftlichen Lehranstalten.* Hildburghausen. M. 1,20.

E. Bède, *Le téléphone. Histoire et applications des téléphones.* Bruxelles. M. 1,60.

O. Beling, *Zur Theorie der Bifilaraufhängung.* Breslau, Köhler. M. 1,00.

J. Boulard, *Production et applications de l'électricité.* Paris, bureau de journal „Le génie civil". M. 3,20.

G. Dary, *La navigation électrique.* Paris, Baudry.

A. Geissler, *Die Farbenblindheit, ihre Prüfungsmethoden und ihre praktische Bedeutung.* Leipzig, O. Wigand.

F. H. Greer, *A Dictionary of Electricity, Electrical Terms and Apparatus.* New-York. M. 10,50.

F. Holthoff, *Das elektrische Licht in seiner neuesten Entwickelung mit besonderer Berücksichtigung der Pariser Elektricitäts-Ausstellung.* Halle, Knapp. M. 4,00.

C. Tiemann, *Der elektrische Telegraph.* Berlin, Baensch. M. 5,00.

L. Weissenbruch, *Les appareils de projection de lumière électrique en usage dans les armées européennes.* Bruxelles. M. 2,80.

J. Hopp, *The Microscope: its History, Construction and Application.* London, Routledge. M. 7,50.

F. Neumann, *Handbuch der Metalldreherei.* Weimar, Hartmann. M. 8,25.

Schäffer u. Buddenberg, *Ueber Indicatoren und deren Verwendung bei Prüfung von Dampfmaschinen und Arbeitsmaschinen.* Buckau-Magdeburg. M. 5,00.

O. Schmidt, *Lehrbuch der mechanischen Technologie mit besonderer Berücksichtigung der Gewinnung und Verbreitung der verschiedenen Metalle und Hölzer.* Wittenberg, Herrosé. M. 2,00.

J. Weiss, *Die Galvanoplastik.* Wien, Hartleben. M. 3,25.

Journal- und Patentlitteratur.

Die Grundlagen der Photometrie.

Von Dr. Hugo Kruess in Hamburg. Verhdlg. d. Hamburger Naturwiss. Vereins. 1882.

Der Wettstreit der elektrischen Beleuchtung mit den bisher üblichen Beleuchtungsarten durch Verbrennung von Gas, Oel und Kerzen verleiht den photometrischen Messungen eine erhöhte Bedeutung. Handelt es sich in diesem Kampfe um Entscheidungen, soll die Leistungsfähigkeit der verschiedenen Lichtquellen ziffermässig ermittelt werden, so sind photometrische Messungen erforderlich. Die dritte Section des Congresses der Elektriker, welcher die Frage der elektrischen Beleuchtung zugetheilt war, hat sich daher über eine geeignete photometrische Methode schlüssig zu machen gesucht. Die Section hat sich indess nicht über die eine oder andere Methode einigen können und deshalb die weitere Bearbeitung dieser Frage einer internationalen Commission überwiesen mit der Aufgabe, einheitliche Normen für photometrische Messungen aufzustellen, hauptsächlich mit Rücksicht auf das elektrische Licht. Die vorliegende Schrift bildet gewissermaassen einen Beitrag zu den Arbeiten dieser Commission.

Verfasser verwirft die Methoden, welche photometrische Messungen auf physikalischem oder chemischem Wege bezwecken; er betont nachdrücklich, dass nur das Auge im Stande ist, Helligkeiten zu messen, dass man also bei dem Messen von Lichtintensitäten nur auf die physiologische Wirkung angewiesen ist. Verf. verwirft also alle Apparate, welche auf einem physikalischen bezw. chemischen Vorgange beruhen, wie z. B. das Zöllnersche Scalenphotometer, welches auf dem Princip des Crookes'schen Radiometers beruht, das Siemens'sche Scalenphotometer, welches die Veränderung des Leitungswiderstandes bei Bestrahlung benutzt, oder das Becquerel'sche Aktinometer, bei welchem die Eindrücke des Lichts auf die Retina ersetzt werden sollen durch die chemische Wirkung des Lichts auf eine Schicht Chlorsilber. Im Gegensatze zu den Principen dieser Apparate will Verf. alle photometrischen Methoden so eingerichtet sehen, dass zwei Lichtempfindungen hervorgerufen werden, welche das Auge als von gleicher Stärke erkennt. Es würde sich also stets um Herstellung gleicher Helligkeiten auf physikalischem Wege handeln. Hier tritt nun als wesentliches Hinderniss der Umstand entgegen, dass die verschiedenen Lichtquellen verschiedene Farben haben und verschiedenfarbige Lichtquellen sind für das Auge in Bezug auf ihre Helligkeit schwer zu messen. Verf. erkennt an, dass nach dieser Richtung hin die spectrophotometrischen Methoden einen wesentlichen Schritt weiter führen, betont aber, dass man auf diesem Wege nur das Verhältniss der Helligkeiten in den einzelnen Theilen des Spectrums erhält, und dass eine Addition der erlangten Resultate über das ganze Spectrum, abgesehen von ihrer Unzulässigkeit, keineswegs das Verhältniss der Gesammthelligkeiten beider Lichtquellen ergiebt. Auch von denjenigen Methoden, welche sich auf Vergleichung der Helligkeit einzelner Farben beschränken, wie Crova (vgl. diese Zeitschr. 1 S. 375) und Perry vorgeschlagen haben, verspricht sich Verf. kein sicheres Resultat.

Als am zweckentsprechendsten, hauptsächlich bei den in letzter Zeit so oft an den Praktiker herantretenden Bestimmungen des elektrischen Lichts, empfiehlt Verf. diejenigen Methoden der Vergleichung, bei welcher nicht direct die Lichtquellen mit einander verglichen werden, sondern ihr Beleuchtungseffect; es wäre also z. B. zu untersuchen, in welcher Entfernung etwa feine Details einer Zeichnung noch erkannt oder feine Schriften noch gelesen werden können. Dieser Weg ist schon mehrfach vorgeschlagen worden, von Siemens, Bergé, Hänlein u. A. m. Indess auch hier bildet die Unvollkommenheit des menschlichen Auges wieder Schwierigkeiten. Verf. meint, dass dieselben aber gemindert werden können, wenn man nicht Lichtquellen von allzu verschiedener Helligkeit mit einander vergliche; man solle nicht die Helligkeit eines elektrischen Lichts direct mit derjenigen einer Kerze vergleichen, sondern allmählich von der Kerze zum Carcelbrenner oder Gasbrenner, von diesen zu elektrischem Licht von geringer Intensität (Incandescenzlampen) und endlich zum helleren und hellsten Bogenlicht fortschreiten.

Telephon.

Von Böttcher. L'Électricien 1882. No. 28.

Dieses Instrument eignet sich besonders als Transmetteur und unterscheidet sich von den gewöhnlichen Telephonen dadurch, dass der Magnet in dem Apparate nicht fest ist, sondern durch



Stahlfedern schwebend gehalten wird. Das durch eine übersichtliche Figur veranschaulichte Instrument ist in eine cylindrische Kupferdose von 14 cm Durchmesser und 5 cm Höhe eingeschlossen; an der oberen und unteren Wand derselben ist der betreffende Magnet durch zwei resp. eine Stahlfeder befestigt, deren Spannung sich durch geeignete Stellschrauben beliebig reguliren lässt. Der Kern jeder der beiden Elektromagnete besteht ferner nicht aus einem Eisentheile, sondern aus drei Eisenstäben, welche in geringer Entfernung von einander innerhalb der Umwindungen befestigt sind; es soll durch diese Anordnung eine grössere Leichtigkeit und Präcision in den magnetischen Veränderungen erreicht werden.

Durch die freie Aufhängung des Magneten wird nun bewirkt, dass derselbe bis zu gewissen Grenzen mit an den Schwingungen der vibrirenden Platte theilnimmt, wodurch wieder eine Vermehrung der magnetischen Veränderungen des Magneten und somit kräftigere Inductionsströme erzielt werden.

Die Telephone von Böttcher sind ganz aus Metall verfertigt und halten sich in Folge dessen sehr lange constant. *R.*

Ueber eine Anwendung von Libellen zur Bestimmung der Theilungsfehler eines Kreises.

Von Dr. C. Braun. Astronom. Nachr. No. 2448.

Die mühsame Arbeit der Bestimmung von Theilungsfehlern an Meridiankreisen will Verf. auf folgendem Wege etwas erleichtern: Um die horizontale Drehaxe sollen zwei Klemmringe von verschiedener Breite über einander gelegt werden, welche so eingerichtet sind, dass sowohl der eine auf dem anderen, als auch beide zusammen fest verbunden gedreht werden können. Jeder derselben trägt eine feine Libelle; eine der Libellen muss justirbar sein. Die Drehung des Ring-Complexes um die Axe soll mittels einer sehr steilen Tangentialschraube mit Feineinstellung bewirkt werden. Spielt die eine der beiden Libellen ein, so muss das Instrument um einen bestimmten Winkel gedreht werden, wenn die zweite Libelle einspielen soll. Wird dann der Ring-Complex wieder gedreht, bis die erste Libelle wieder einspielt, so muss das Instrument wieder um genau denselben Winkel gedreht werden, wenn die zweite Libelle wieder einspielen soll. Auf diese Weise kann ein genau constanter Winkel um den ganzen Umfang herumgeführt werden und die Theilungsfehler können somit aus den entsprechenden Ablesungen ermittelt werden. Die Methode würde den Vorzug haben, dass die Arbeit des Ablesens der Mikroskope etwa auf die Hälfte reducirt würde; auch kann der herumzuführende Winkel beliebig klein genommen werden.

Hindernd tritt indess der Methode die für den vorliegenden Zweck nicht ausreichende Zuverlässigkeit der Libellen entgegen, ein Umstand, den auch Verf. erwähnt, dem er aber nicht Bedeutung genug beizumessen scheint. Auch dürfte die Constanz in der Lage der Ringmittelpunkte zur Axe nicht genügend garantirt sein.

Aenderungen in der Brennweite eines achromatischen Objectivs durch Temperaturvariationen.

Von Prof. A. F. Sundell. Astronom. Nachr. No. 2450.

Um zu untersuchen in welcher Weise die Brennweite eines Objectivs sich in Folge von Temperaturschwankungen ändern könnte, bediente sich Verf. des folgenden Apparates.

Drei Balken wurden jeder mit zwei Füssen auf dem einen Ende und einem Fusse am anderen Ende versehen und nach einander in einer Reihe so aufgestellt, dass ihre oberen Flächen eine horizontale geradlinige Bahn von etwa 12 m Länge bildeten. Die Verbindung zweier zusammenstossenden Balkenenden wurde durch Eisenschienen und Schrauben fest hergestellt. An jedes Ende der Bahn wurde ein messingener Ständer befestigt, in welchem ein aus Spinnfäden hergestelltes Fadenkreuz in solcher Lage angebracht war, dass seine Ebene senkrecht zur Längsrichtung der Balken war. Durch Visiren mit einem Nivellirinstrumente wurden die Enden der Bahn so justirt, dass die Mitten der Fadenkreuze in einer und derselben horizontalen Ebene sich befanden. In der Mitte der Bahn konnte ein kleiner Wagen hin und her verschoben werden, welcher das zu untersuchende Objectiv trug.

Die Messungen der Brennweite geschahen nach Bessel's Methode. Das eine Fadenkreuz wurde durch eine Petroleumflamme beleuchtet, deren Licht gegen das Fadenkreuz mittels einer

.mera obscura reflectirt wurde. Das andere Fadenkreuz befand sich im Brennpunkte eines hwach vergrössernden Oculares. Durch Verschieben des Wagens wurde das Objectiv in eine lche Lage gebracht, dass das Bild des beleuchteten Fadenkreuzes neben dem zweiten Faden- euze scharf beobachtet werden konnte. Bekanntlich giebt es zwei solcher Lagen; die Grösse :r Verschiebung von der einen Lage zur anderen wurde durch einen am Wagen befestigten ıdex auf einer am Balken aufgezogenen Scale von Papier gemessen.

Die Entfernung der beiden Fadenkreuze wurde durch einen Eisendraht gemessen, welcher ings der Bahn parallel der Verbindungslinie der beiden Fadenkreuze aufgespannt war. — Die 'emperatur des Objectivs wurde durch zwei Thermometer ermittelt, deren Gefässe an seine usseren Seiten angelegt wurden.

Verf. ermittelte aus einer Temperaturdifferenz von 28,1° C. eine Aenderung der Brennweite on 1,72 mm, und aus einer Differenz von 31,9° C. eine Aenderung von 2,05 mm. Diese Zahlen können indess bei dem immerhin sehr einfachen Apparate keine absolute Genauigkeit für sich ›eanspruchen.

Ueber eine neue Form des Horizont-Collimators.

Von Prof. Dr. H. Bruns. Astronom. Nachr. No. 2459.

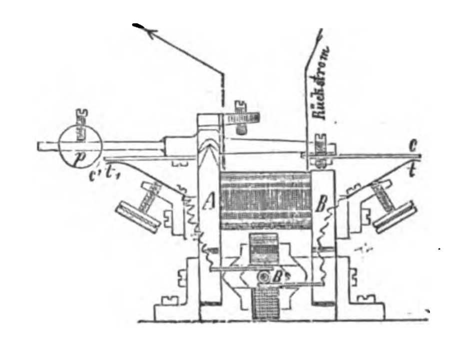
Verschiedene Wahrnehmungen haben Verf. zu der Nothwendigkeit geführt, bei dem Meridiankreise der Sternwarte zu Leipzig von dem Gebrauche des Quecksilberhorizonts zu Nullpunktsbestimmungen wegen Unruhe des Erdbodens abzusehen. Es bliebe hiernach für Fundamentsbestimmungen der Gebrauch horizontaler Collimatoren in Verbindung mit dem Niveau übrig; aber auch hiergegen äussert Verf. verschiedene Bedenken. Er schlägt deshalb eine Construction vor, welche ein rasches und bequemes Arbeiten gestattet und gute Resultate verbürgt. Die Construction knüpft an das gewöhnliche Nivellirinstrument an: In einem Untersatz auf drei Stellschrauben ruht die Büchse für einen verticalen Zapfen, auf welchem ein horizontaler Träger mit den Lagerausschnitten für die Zapfen des Nivellirrohres befestigt ist; das Niveau ist fest mit dem Träger verbunden. Das Rohr enthält statt Objectiv und Ocular zwei Objective O_1 und O_2 von nahezu gleicher Brennweite, deren Distanz so gewählt wird, dass die entsprechenden Brennebenen E_1 und E_2 zwischen O_1 und O_2 dicht bei O_2 bezw. O_1 zu liegen kommen. In E_1 und E_2 sind in passender Weise Fäden mit den Kreuzungspunkten F_1 und F_2 ausgespannt.

Die Handhabung soll dann in folgender Weise vor sich gehen: Einstellung auf O_1 F_2, Drehung im Horizont um 180°, Einstellung auf O_2 F_2, Drehung des Collimatorrohres um seine Längsaxe um 180°, Einstellung auf $O_2 F_2$, Drehung im Horizont, Einstellung auf O_1 F_1; dazu jedesmal Ablesung des Niveaus und des Kreises.

Neuerungen in der Anlage elektrischer Stromleitungen.

Von Gravier in Warschau. D. R. P. 16682 vom 13. Mai 1880. Klasse 21.

In dem Hauptpatent ist nur eine Art der Vertheilung der Elektricität in Betracht gezogen worden, bei welcher ein Theil der Leitung als Conductor (Reservoir) functionirt und stets bei gleicher Intensität des elektrischen Stromes die verschiedenen Receptoren speist. Wenn nun die Anzahl der Receptoren im Verhältniss zur Stromerzeugung sehr gross ist, so wird an von der Stromquelle entfernten Stellen die Leitung nicht mehr als Conductor wirken und den an sie gestellten Anforderungen bezüglich der Intensität des Stromes nicht mehr genügen können. Es werden sich vielmehr die entfernteren Punkte der Leitung als die schwächsten herausstellen und diesen muss von der Anstalt aus directer Strom zugeführt werden, sich durch Hand oder auf automatischem Wege erreichen lässt. Um nun über den Zustand der durch die Praxis als schwächste Punkte erkannten Stellen stets informirt zu sein, wird ein Theil des Stromes an diesen Stellen abgezweigt und als „Rückstrom" durch eine besondere „Rückleitung zur Anstalt geführt. Nach den Angaben dieses Rückstromes, in welchem ein Galvanometer eingeschaltet ist, wird die elektromotorische Kraft der Anstalt mit Hülfe eines automatischen Regulators regulirt.



Derselbe besteht aus einem Elektromagneten AB, welcher mit feinem Draht umwickelt ist, einer horizontalen schwingenden Armatur des Elektromagneten, welche in der Art eines Waagebalkens disponirt ist und auf einer eisernen Schneide, der Verlängerung des Poles A, schwingt; dieselbe ist rechts und links mit Federn $c c_1$ versehen, welche mit anderen Federn $t t_1$ im Contact stehen und hierdurch den Durchgang des Localstroms durch den Inductionscylinder Bs in der einen oder der anderen Richtung veranlassen.

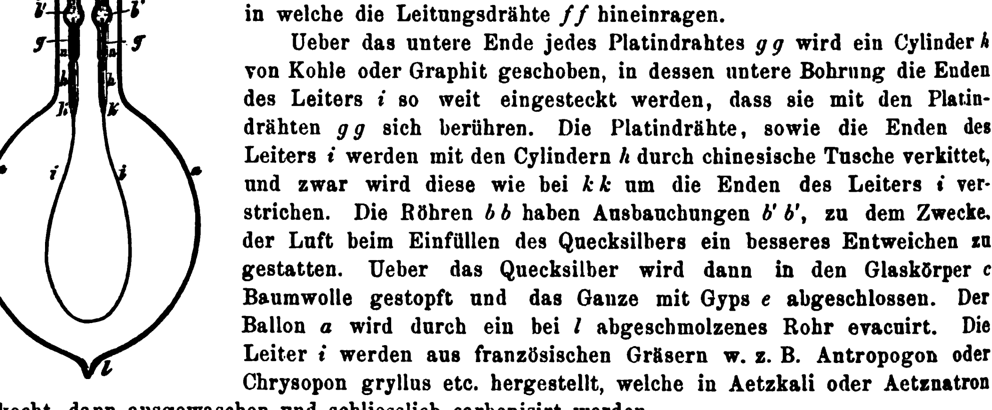
Ein Gegengewicht p dient dazu, der auf experimentalem Wege bestimmten Wirkung des Rückstromes das Gleichgewicht zu halten.

Die rotirende Armatur Bs (Siemens' Inductionscylinder oder ein anderer), welche sich nach der Richtung des durch die Stärke des Rückstromes beeinflussten Localstromes nach rechts oder links dreht, ist durch Schnecke und Schneckenrad direct mit dem Ventil der Dampfmaschine, welche die elektrische Maschine treibt, in Verbindung gebracht und regelt hierdurch die Stärke des zu liefernden Stromes.

Neuerungen an elektrischen Lampen.

Von St. George Lane Fox in London. D. R. P. 18217 v. 4. August 1881. Kl. 21.

Die Neuerungen beziehen sich auf die Herstellung der Verbindung zwischen dem Leiter in einer elektrischen Lampe und deren Zuführungsdrähten, sowie in der Anfertigung des Leiters selbst.



Die Platindrähte gg, welche die Verbindung zwischen den kupfernen Zuleitungsdrähten ff und dem weissglühenden Leiter i bilden, werden in die Cylinder nn aus Bleiglas eingeschmolzen und reichen mit ihren oberen Enden in die Röhren bb hinein, welche Quecksilber enthalten und in welche die Leitungsdrähte ff hineinragen.

Ueber das untere Ende jedes Platindrahtes gg wird ein Cylinder h von Kohle oder Graphit geschoben, in dessen untere Bohrung die Enden des Leiters i so weit eingesteckt werden, dass sie mit den Platindrähten gg sich berühren. Die Platindrähte, sowie die Enden des Leiters i werden mit den Cylindern h durch chinesische Tusche verkittet, und zwar wird diese wie bei kk um die Enden des Leiters i verstrichen. Die Röhren bb haben Ausbauchungen $b' b'$, zu dem Zwecke, der Luft beim Einfüllen des Quecksilbers ein besseres Entweichen zu gestatten. Ueber das Quecksilber wird dann in den Glaskörper c Baumwolle gestopft und das Ganze mit Gyps e abgeschlossen. Der Ballon a wird durch ein bei l abgeschmolzenes Rohr evacuirt. Die Leiter i werden aus französischen Gräsern w. z. B. Antropogon oder Chrysopon gryllus etc. hergestellt, welche in Aetzkali oder Aetznatron gekocht, dann ausgewaschen und schliesslich carbonisirt werden.

Galvanometer für starke Ströme.

Von Marcel Deprez. Elektrotechnische Zeitschrift, 1882. Heft 8.

Die von Deprez construirten Galvanometer bestehen im Wesentlichen aus einem starken Hufeisenmagnet, innerhalb dessen Schenkel ein Galvanometerrahmen angebracht ist. In diesem Rahmen befindet sich ferner ein Nadelsystem aus Eisen, welches durch den Magnet immer in horizontaler Lage gehalten wird. An dem einen Ende der Axe dieser Eisenlamelle ist ein Zeiger befestigt, welcher über einem Kreisbogen direct die Ablenkungswinkel angiebt, welchen jeder den Galvanometerrahmen durchkreisende Strom hervorbringt.

In dieser Weise waren die ersten Galvanometer construirt. Später verbesserte Deprez seine Instrumente dadurch, dass er den Zeiger nicht direct, sondern durch Uebertragung wirken liess. Bei diesem Galvanometer ist deshalb an der Axe der Eisenlamelle eine Scheibe von 30 mm Durchmesser angebracht, welche mittels einer Schnur mit einer kleineren von 6 mm Durchmesser in Verbindung steht. Der an der Axe der kleinen Scheibe befestigte Zeiger giebt daher die Ablenkungswinkel fünf Mal vergrössert an.

Der Galvanometerrahmen dieses Instrumentes enthält ausserdem zwei Windungen von sehr

verschiedenem Querschnitte, nämlich ausser den Drahtumwindungen noch einen dicken Kupferstreifen, welcher den Rahmen viermal umgiebt und welcher letzterer zur Messung sehr starker Ströme dient. Der Zeiger giebt im Maximum einen Ablenkungswinkel von 40° an; der Theilkreis ist in halbe Grade getheilt und das Instrument auf Volt und Ampère justirt.

Der neueste von Deprez nach diesem Princip construirte Galvanometer unterscheidet sich von dem vorigen dadurch, dass der Galavanometerrahmen aus zwei Rollen mit horizontaler Axe besteht, innerhalb welcher sich die mit verticaler Axe versehene Eisenlamelle befindet. Dieser letztere ist noch empfindlicher und kann als Differential-Galvanometer benutzt werden.

Schliesslich sei noch bemerkt, dass diese Instrumente sehr wenig Raum einnehmen und sich besonders für die Praxis eignen. *R.*

Elektrisches Licht bei astronomischen Beobachtungen.

Von S. Vincent Beechy. The Observatory. Aug. u. Sept. 1882.

Zur Beleuchtung des Gesichtsfeldes wird eine Swansche Glühlampe kleinster Art benutzt, die von vier Kaliumbichromatelementen gespeist wird. Die letzteren sind so construirt, dass Kohlen- und Zinkplatten durch eine über eine Rolle gehende Schnur gehalten und durch Bleigewichte äquilibrirt sind. Diese Anordnung ermöglicht es, die Elektroden beliebig weit in die Flüssigkeit tauchen zu lassen und so dem Licht die für jeden zu beobachtenden Stern passende Intensität zu geben. Um die Oxydation der Verbindungen zu vermeiden, sind die Kohlenplatten auf der dem Zink zugekehrten Seite mit dünnem Platinblech belegt, welches über die Kohlen hinausreicht und die nöthigen Handhaben zur Anbringung der Verbindungsdrähte bietet. Von der in der ersten Mittheilung beschriebenen Art der Benutzung des Lichtes, wonach die Lampen an biegsamen Enddrähten angebracht waren und so in der Weise der üblichen Laternen zur Beleuchtung des Gesichtsfeldes, des Mikrometers, des Journals etc. verwendet wurden, ist Beechy wieder abgegangen. Er benutzt jetzt vielmehr abwechselnd zwei Lampen, deren eine in der Beleuchtungsöffnung des Fernrohrs angebracht ist, und leitet durch einen Commutator den Strom nach Bedarf in diese oder in die bewegliche Lampe. Der Vorzug der Verwendung des elektrischen Lichtes für den angegebenen Zweck liegt in der Vermeidung von Rauch und Wärme in der Nähe der Apparate und in der grossen Bequemlichkeit in der Handhabung der Lampe. Die Polarisation der Elemente bietet keinen grossen Nachtheil, da die Dauer einer Beobachtung im Allgemeinen nicht gross ist; aber auch diese Unzuträglichkeit lässt sich leicht durch abwechselnde Benutzung von zwei Batterien vermeiden. *L.*

Ein Apparat zur Bestimmung des Schmelzpunktes leichtflüssiger Metalle und Legirungen.

Von Leo Liebermann. Chem. Ber. Bd. 15, S. 435.

Der Apparat des Verfassers besteht aus einem Oelbade, welches von unten mit der Flamme erwärmt wird und in welches ausser einem Thermometer zwei starke Platindrähte tauchen. Die untern Enden der Drähte sind mit Plättchen aus reinstem Graphit versehen, zwischen welche der kleine etwa 1 cm lange und 1 bis 2 mm dicke Stift aus demjenigen Metall oder derjenigen Legirung, deren Schmelzpunkt bestimmt werden soll, senkrecht gestellt wird. Die oberen Enden der Platindrähte werden mittels Leitungsdrähten einerseits mit einem Element, andererseits mit einer elektrischen Glocke verbunden. Diese ist mit jenem direct verbunden und so lange das Metallstiftchen nicht geschmolzen ist, läutet die Glocke fortwährend, da der Strom geschlossen ist. Im Moment des Schmelzens hört das Läuten auf und sofort wird das Thermometer abgelesen. An Stelle des Oeles können auch Luft oder Kohlensäure als Bad benutzt werden, jedoch sind alsdann die erhaltenen Resultate nicht so genau. Ueberhaupt dürfte es fraglich erscheinen, ob die Strömungen in der erhitzten Flüssigkeit eine vollständige Uebereinstimmung der Temperatur des Thermometers und des schmelzenden Metallstiftchens zulassen, immerhin aber scheint ein durchdachtes und die älteren Methoden weit überragendes Verfahren vorzuliegen. (Vergl. diese Zeitschr. 1. S. 308.) *Wb.*



Methode zur Bestimmung des specifischen Gewichts von Flüssigkeiten bei ihrem Siedepunkte.

Von Robert Schiff. Chem. Ber. Bd. 14, S. 2761.

Ramsay hat eine Methode zur Bestimmung des spec. Gewichts von Flüssigkeiten bei ihrem Siedepunkte (Journ. Chem. Soc. 1879, S. 463) angewendet, bei welcher ein birnförmiges Glasgefäss mit hakenartig umgebogenem capillaren Halse mit der zu untersuchenden Flüssigkeit gefüllt und in einen Glasmantel, auf dessen Boden eine kleine Menge derselben Flüssigkeit siedet, gehängt wird. Es wird alsdann die sich ausdehnende Flüssigkeit so lange aus dem birnförmigen Gefäss austreten, bis dieselbe die Temperatur ihres Siedepunktes angenommen hat. Kennt man nun den Inhalt des birnförmigen Gefässes bei 0° und bestimmt das Gewicht der dasselbe bei ihrem Siedepunkt erfüllenden Substanz, so kann man unter Berücksichtigung der Ausdehnung des Glases das specifische Gewicht der Flüssigkeit für die Temperatur ihres Siedepunktes berechnen.

Schiff hat nun gefunden, dass durch die sich beim Erwärmen in der Flüssigkeit entwickelnden Gasbläschen leicht Ungenauigkeiten in der Methode entstehen, weil die kleinen Bläschen nicht durch den hakenförmig gebogenen capillaren Hals entweichen können. Dieser Uebelstand wird vermieden durch die Anwendung eines kleinen dilatometerartigen Fläschchens, dessen Hals man mit einer feinen Theilung versieht. Nachdem die Flüssigkeit in dem Fläschchen die Siedetemperatur erreicht hat, zieht man dasselbe etwas aus dem Glasmantel in die Höhe und liest den Stand des Meniskus in der Capillare ab. Wenn man den Inhalt der Raumtheile der Capillare und die übrigen Daten kennt, so lässt sich leicht das specifische Gewicht der Flüssigkeit berechnen.

Wb.

Refractometer zur Bestimmung der Indices und der Dispersion fester Körper.

Von Ch. Soret. Compt. Rend. 95. S. 517.

Das Kohlrausch'sche Refractometer bietet für die Untersuchung der Indices künstlicher Krystalle bemerkenswerthe Vortheile dar; es verlangt aber die Anwendung monochromatischen Lichts und ist deshalb für Untersuchungen über Dispersion nicht geeignet. Ch. Soret theilt eine Modification des genannten Refractometers mit, welche diese Beschränkung aufheben soll.

Verf. taucht den Krystall in eine Flüssigkeit mit bekannten Indices, welche eine stärkere Brechbarkeit besitzt, als der Krystall; er lässt auf den eingetauchten Krystall ein Bündel paralleler Sonnenstrahlen fallen, lässt dies dort reflectiren und fängt es dann auf dem Spalt eines Spectroskops auf. Wenn der Einfallswinkel genügend gross ist, werden alle Strahlen des sichtbaren Spectrums total reflectirt und das Spectrum ist sehr hell. Wenn man den Einfallswinkel successive verkleinert, erreichen die verschiedenen Strahlen allmählich ihren Grenzwinkel und gelangen in das Spectroskop mit einer stark verminderten Intensität. Man sieht dann, wie im Spectrum ein dunkler Schleier vom Roth zum Violett zieht, wenn die Dispersion der Flüssigkeit grösser ist, wie die des eingetauchten festen Körpers. Der Unterschied der Farben, sowie die Schärfe der Trennungslinie der beiden Theile des Spectrums sind um so grösser, je ebener und je besser polirt die Reflexionsfläche ist. Trifft nun z. B. diese Trennungslinie mit dem Strahl D zusammen, so hat man den Grenzwinkel für den Strahl D erreicht; es genügt dann diesen Winkel φ zu messen, um aus der Relation: $n_D = \mu_D \sin \varphi$, wo μ_D der Index der Flüssigkeit ist, den Index n_D der Substanz herzuleiten.

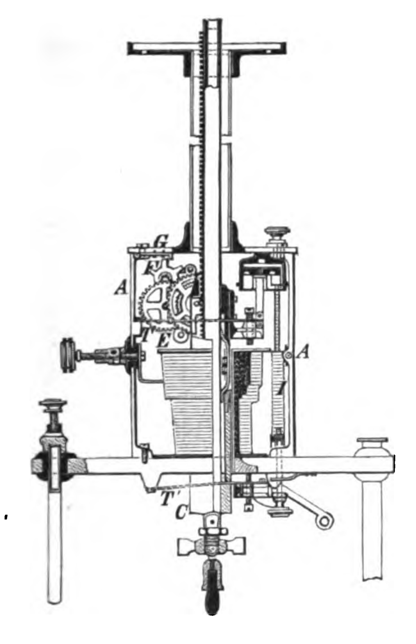
Die Methode ist theoretisch sehr einfach, Verfasser hat indess zu einer ziemlich complicirten Anordnung greifen müssen, um genügendes Licht in das Spectroskop zu bekommen. — Ein Collimator schickt ein Bündel paralleler und horizontaler Sonnenstrahlen in ein verticales cylindrisches Glasgefäss, welches die Flüssigkeit enthält und durch eine seitliche mit einer ebenen Glasplatte geschlossene Oeffnung den Strahlen Eingang gestattet. Ein getheilter Kreis, welcher leicht abgehoben werden kann, bedeckt das Gefäss oben; durch die Mitte dieses Kreises bis unten in das Gefäss geht eine Axe, welche oben einen Nonius trägt und an der unten der zu untersuchende Krystall so befestigt ist, dass die Reflexionsfläche parallel zur Axe ist. Die Strahlen fallen auf diese Fläche, werden reflectirt, bleiben unter sich parallel und treten aus dem Gefäss durch die untere cylindrische Wand, welche sie auf dem Spalt des Spectroskops concentrirt. Dieses wird durch einen Arm gehalten, welcher in einer horizontalen Ebene ganz um den Fuss des Apparates gedreht werden kann. Endlich erlaubt ein ziemlich einfacher Mechanismus, das

Spectroskop beliebig mit der Axe, welche den Krystall trägt, zu verbinden, und zwar derartig, dass, wenn man das eine dreht, man der anderen eine um die Hälfte kleinere Winkelbewegung giebt. Man kann auf diese Weise den Einfallswinkel so lange variiren, bis der dunkle Schleier im Spectrum den Strahl berührt, dessen Brechbarkeit man bestimmen will. Verf. macht die Einstellung zuerst von der einen Seite des Apparates und dann von der anderen. Der Winkel zwischen beiden Stellungen ist dann das Doppelte des gesuchten Grenzwinkels.

Da die Indices von Flüssigkeiten immerhin ein wenig variabel und unsicher sind, so hat sich Verf. hiervon freigemacht, indem er die Bestimmungen doppelt ausführt, einmal an dem zu untersuchenden Krystall und dann an einem Prisma von bekannter Dispersion. — Das Prisma ist an derselben Axe, welche den Krystall trägt, und zwar über demselben befestigt. Die Axe kann beliebig gehoben und gesenkt werden, so dass nach Belieben entweder die Fläche des Prismas oder die des Krystalls dem einfallenden Strahlenbündel ausgesetzt werden kann. Wenn n und φ Index und Grenzwinkel für den Krystall, N und Φ die gleichen Grössen für das Vergleichsprisma sind, so hat man;

$$n = N \frac{\sin \varphi}{\sin \Phi}.$$

Verf. spricht sich über die Leistungen seines Apparates günstig aus.



Neuerungen an elektrischen Beleuchtungsapparaten.

Von H. St. Maxim in Brooklyn, New-York. -- D. R. P. 15124 vom 9. April 1881. Kl. 21.

Die Neuerungen beziehen sich auf elektrische Lichtbogenlampen mit abwärtsstrebendem oberen Kohlenhalter, welcher in den hohlen Kern des regulirenden Elektromagneten geführt ist. Das die Verschiebung der Kohle bewirkende Räderwerk E ist an dem Elektromagneten C befestigt und mit diesem zur Erzielung grösserer Empfindlichkeit und zur Vermeidung aller Reibung in theilweise regulirbaren Federn T' T und J aufgehängt. Wenn unter dem Einflusse des Stromes der Elektromagnetkern C mit dem Räderwerk E gehoben ist, so legt sich ein an der Oberplatte des Gehäuses A nagebrachter Sperrstift G in eines der Räder des Werkes und zwar in F, und hemmt dieses, während beim Niedergange des Kernes das Räderwerk diese Hemmung verlässt, in Thätigkeit tritt und die Kohle verschiebt.

Ein integrirendes Anemometer.

Von Walter Bailey. Phil. Mag. September 1882. S. 212.

Die Aufgabe des vom Verf. angegebenen integrirenden Anemometers soll sein, die Geschwindigkeit des Windes in zwei rechtwinkelig zu einander liegende Componenten zu zerlegen.

In einer ebenen Platte befinden sich zwei kreuzförmig zu einander stehende Spalte, NS und EW. In diesen Spalten befinden sich zwei Schieber, F und G, welche durch einen Stab von constanter Länge mit einander verbunden sind. O ist das Centrum des Spalt-Kreuzes, H die Mitte des Stabes FG; der geometrische Ort von H ist ein Kreis mit dem Mittelpunkte O. Eine Wetterfahne oder ein ähnlicher Mechanismus soll H in eine solche Stellung bringen, dass der Radius OH in der Richtung des Windes ist. Unter F und G befinden sich die Räder B und C deren Ebenen senkrecht zu ihrem bezüglichen Spalt stehen und deren Mittelpunkte sich senkrecht unter den Zapfen befinden, welche den Stab FG mit den Spalten verbinden (Vgl. Fig. 1, 2 u. 3.). Die Räder B und C gleiten auf einer Scheibe A, welche sich um eine verticale Axe, senkrecht unter O, dreht. Die Scheibe A erhält ihre Drehung durch die Verbindung mit einem Robinson'schen

Schalenkreuze oder einem ähnlichen Mechanismus, so dass ihre Geschwindigkeit proportional der des Windes ist. Die Stücke, welche die Räder tragen, haben einen kleinen Spielraum in verticaler Richtung; der Contact mit der Scheibe *A* wird durch eine Feder hergestellt. Die Anzahl der

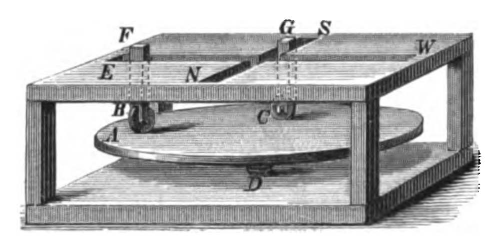


Fig. 1.

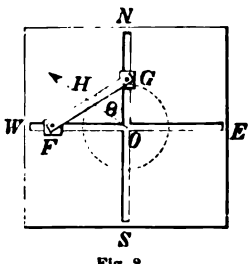


Fig. 2.

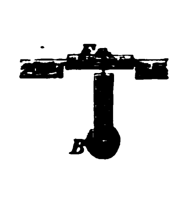


Fig. 3.

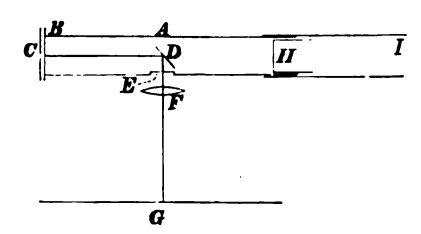
Umdrehungen von *B* in einer gegebenen Zeit ist nun gleich dem Integral der einen Wind-Componente, die Anzahl der Umdrehungen von *C* gleich dem Integral der anderen Wind-Componente.

Mit dieser Vorrichtung soll ein Zählwerk verbunden werden, um die Anzahl der Umdrehungen zu erhalten. Nach einem anderen Vorschlage des Verf. soll jedes Rad bei jeder Umdrehung einen Strom schliessen und die Anzahl der Contacte sollen gezählt werden.

Instrument zur Messung der Intensität von Luftvibrationen.

Von Lord Rayleigh. Phil. Mag. September 1882. S. 186.

Das Instrument beruht auf der Erfahrung, dass eine leichte Scheibe, welche einer Rotation um eine Verticale fähig ist, das Bestreben hat, sich rechtwinkelig zur Richtung alternirender Luftströme zu setzen. In der Figur ist *A* eine an dem einen Ende mittels der Glasplatte *B* geschlossene Messingröhre; hinter *B* ist eine Spaltvorrichtung *C* angebracht, vor welche eine Lampe gestellt wird. *D* ist ein leichter mit kleinen Magneten versehener und an einem Seidenfaden aufgehängter Spiegel von der Art, wie sie bei Reflexions-Galvanometern angewandt werden. Das Licht fällt von dem Spalt auf den Spiegel unter einem Winkel von 45°, wird dort auf die Glasplatte *E* reflectirt und fällt auf die Linse *F*, durch welche das Spaltbild auf die Scale *G* geworfen wird.



Bei $H - DH = DC -$ ist die Röhre durch ein Diaphragma von Seidenpapier geschlossen, über welches hinaus der verschiebbare Tubus *J* die Messingröhre verlängert. Wird der Apparat Tönen ausgesetzt, deren halbe Wellenlänge gleich *CH* ist, so wird *H* Knotenpunkt. Das Papier-Diaphragma bietet wenig Hinderniss dar; es soll nur den Spiegel vor zufälligen Luftbewegungen schützen. Bei *D* ist ferner ein Wellenbauch, und der Spiegel hat das Bestreben, sich rechtwinkelig zu den vibrirenden Luftsäulen zu setzen. Dieser Tendenz wirken die kleinen Magnete entgegen, aber das Spaltbild auf der Scale verändert seine Stellung um einen Betrag proportional der Intensität der Luftbewegung. — Wie bei Galvanometern, so könnte auch hier erhöhte Empfindlichkeit erreicht werden, indem der Einfluss des Erdmagnetismus durch einen äusseren Magneten compensirt würde.

Verf. hat vielfache Experimente mit dem Apparat angestellt und äussert sich günstig über die Thätigkeit desselben.

Temperatur-Regulator.

Notiz von Dr. P. Regnard. L'Électricien, 1882. No. 33.

Alle Temperatur-Regulatoren, welche bisher in den Laboratorien angewandt wurden, functionirten unter Anwendung von Leuchtgas, welches durch einen geeigneten Mechanismus in jedem Augenblicke ausgelöscht und wieder angezündet werden konnte. A. d'Arsonval hat nun einen Regulator construirt, welcher das Gas entbehrlich macht und sich daher besonders für Beobach-

tungen im Freien, fern von Städten, eignet, wenn es gilt, Flüssigkeiten auf einer constanten Temperatur zu erhalten.

Dieser Apparat ist an der bezeichneten Stelle durch eine ausführliche Figur dargestellt und beruht auf folgendem Princip: In ein mit Wasser gefülltes Gefäss taucht ein elektrisches Thermometer, welches mit den Polen eines Leclanché-Elementes verbunden ist. In demselben Stromkreis befindet sich ferner ein Elektromagnet, dessen Anker an einem langen Hebelarm eine Petroleumlampe trägt. Wird der Strom im elektrischen Thermometer unterbrochen, so befindet sich die Lampe unter dem Wassergefäss. Sobald jedoch das Wasser den gewünschten Temperaturgrad, über welchen man die Spitze des Platindrahtes im Thermometer eingestellt hat, erreicht, stellt das sich ausdehnende Quecksilber den Contact her, der Strom wird geschlossen und die Lampe durch den Elektromagneten unter dem Gefässe weggezogen. Sinkt in Folge dessen die Temperatur nach einiger Zeit um ein Weniges, wird der Contact im Thermometer unterbrochen und die Lampe mittels einer Gegenfeder wieder unter das Gefäss gebracht.

Der Apparat hat noch den Vortheil, dass er sich mit der grössten Leichtigkeit auf jeden Temperaturgrad reguliren lässt, indem man nur die Platinspitze im elektrischen Thermometer auf den betreffenden Grad einzustellen braucht. *R.*

Methode der elektrischen Beleuchtung zur grösseren Sicherung der Unabhängigkeit der Brenner von einander.

Von Avenarius in Kiew. D. R. P. 16627 vom 21. Juli 80. Kl. 21.

Diese Methode beruht auf der Anwendung eines Apparates, der in den Stromabzweigungen, in die er eingeschaltet wird, eine starke Polarisation bewirken soll. Dieser Polarisator ist folgendermaassen construirt.

In dem grossen Glascylinder *m* stehen noch 2 Glascylinder *n* und *q* und ein Glas-Halbcylinder *p*. Ferner enthält er drei Metallcylinder *a*, *b* und *c* und zwei Metall-Halbcylinder *d* und *e*. Durch die Drähte *R* und *r* wird der Strom dem Apparat von aussen zugeführt. Der Glas-Halbcylinder *p* kann vermittels der Spindel *g* und eines hölzernen Armes *f* beliebig gedreht werden. Die Metallcylinder sind aus Platin hergestellt; als Polarisationsflüssigkeit soll Wasserglaslösung angewendet werden.

Wird der Polarisator mit dem elektrischen Brenner in denselben Zweig eingeführt, so bewirkt man durch denselben ein zeitweiliges Aufheben des elektrischen Stromes. Geht aber der Strom durch, so wirkt ihm in jedem Zweig die Polarisation entgegen mit einer Kraft, welche dem durchgehenden Strom (also auch dem Leitungsvermögen des Zweiges) entspricht. Es stellt sich dann die Intensität des durch verschiedene Zweige mit gleichen elektrischen Brennern gehenden Stromes als unabhängig vom Widerstand oder der Länge der Zweige heraus. Wird dagegen der Strom in zwei Theile getheilt, von denen einer durch den elektrischen Brenner, der andere aber durch den Polarisator geht, so tritt Folgendes ein. Ist der Strom schwach, übersteigt die elektromotorische Kraft der Maschine nicht die Polarisation des elektrischen Brenners, so wird nur das Licht und der Polarisator polarisirt.

Wächst der Strom, so geht er zuerst durch das Licht und dann durch den Polarisator. Würde das Licht diese oder jene Fehler besitzen (schlecht brennen), so müsste der Strom den Polarisator bevorzugen, und sogar das Erlöschen des Lichtes könnte nicht bemerkenswerth auf das Brennen der anderen Lichter desselben Locals wirken. Dreht man den gläsernen Halbcylinder um seine Axe, so kann man nach Belieben die Licht-Intensität des elektrischen Brenners verändern.

Versuche über das Verhalten pulverisirter Körper unter hohem Druck.

Von W. Spring in Lüttich. Annales de Physique et de Chimie, 1881. Februar-Heft. — Chem. Ber. 15. S. 595.

Vor nunmehr drei Jahren stellte Spring ausgedehnte Versuche an, um die Aenderung der physikalischen und chemischen Eigenschaften sowohl einfacher wie zusammengesetzter Körper unter hohem, bis zu 10 000 Atm. betragendem Druck zu studiren. Die Versuche erstreckten sich auf 8 Metalle, 6 Metalloide, 10 Oxyde und Schwefelverbindungen, 32 Salze, 19 kohlenstoffhaltige Körper und 8 Gemische, welche vor dem Versuch sorgfältig getrocknet und pulverisirt wurden. Es ergab sich, dass weitaus die meisten Körper, namentlich fast alle Metalle, unter entsprechendem hohem Druck sich zu einem festen Block vereinigen, der, selbst mit dem Mikroskop untersucht, keine Lücken erkennen lässt und bearbeitet werden kann. Bei einigen Metallen trat sogar eine so wesentliche Verdichtung ein, dass sich das spec. Gewicht des Blockes merklich gegen das des im Handel vorkommenden Materials erhöhte, so beim Blei von 11,3 auf 11,501. Einzelne dieser Blöcke wurden bei noch weiterer Comprimirung flüssig und drangen durch die kleinsten Fugen des Apparates. Beim Schwefel und Phosphor traten auch neben den Veränderungen physikalischer Eigenschaften solche chemischer Natur auf, indem frischer prismatischer und auch plastischer Schwefel sich in oktaedrischen verwandelte und seinen Schmelzpunkt und seine Dichte änderte. Amorpher rother Phosphor ging unter bestimmtem Druck in metallischen, krystallinischen Phosphor über; auch wurde seine Dichte grösser.

Die nachfolgende Tafel giebt über das Verhalten der bei mittlerer Zimmertemperatur von etwa 14° comprimirten wichtigsten Körper einen Ueberblick:

Name des untersuchten Körpers.	Anfang der Verdichtung bei	Uebergang in den festen Aggregatzustand bei	Uebergang aus dem festen in den flüssigen Zustand bei	Bemerkungen.
Blei	. .	2000 Atm.	5000 Atm.	Spec. Gewicht 11,501, sonst 11,3.
Wismuth	. .	6000 -		
Zinn	. .	3000 -	5000 -	Bruch krystallinisch; Flüssigwerden bei 5200, 5700 Atm. mit Unterbrechung, bei 7000 Atm. continuirlich.
Zink	700 Atm.	5000 -	7000 -	Block bei 700 Atm. leicht zerbrechlich, lässt bei 50 facher Vergrösserung zwischen den Körnern noch Lücken erkennen; bei 2000 Atm. feilbar und bei 5000 Atm. von krystallinischem Bruch.
Aluminium	4000 -	6000 -	. .	Block bei 5000 Atm. feilbar; bei 6000 Atm. spec. Gewicht 2,5615.
Kupfer	4000 -	6000 -		
Antimon	. .	5000 -	. .	Metallglanz verschwindet auf kurze Zeit.
Platinschwamm	. .	5000 -	. .	Blockoberfläche besitzt Metallglanz; Vereinigung schwach, Block zerreibbar.
Schwefel:				
a) frischer prismatischer	. .	5000 -	. .	Block härter als gegossener Schwefel, erscheint unter dem Mikroskop oktaedrisch; Dichte 2,015, sonst 1,96 bezw. 2,05; Schmelzpunkt 115°.
b) plastischer	5000 -	6000 -	. .	Bei 3000 Atm. noch ohne jede Modification, wird bei 6000 Atm. in wenigen Augenblicken in oktaedrischen verwandelt.
c) octaedrischer	. .	3000 -		
Amorpher Phosphor	6000 -	10000 -	. .	Rother Phosphor wird bei 6000 Atm. stahlgrau; geht bei 10000 Atm. in metallischen, krystallinischen Phosphor über, dessen Dichte grösser als die des amorphen Phosphor ist.

Neuerdings hat Spring auch Versuche über die Bildung von Legirungen unter hohem Druck angestellt. Ein grobes Pulver, aus Feilspänen von Wismuth, Cadmium und Zinn bestehend und in den der Wood'schen Legirung entsprechenden Verhältnissen zusammengemischt, wurde einem Drucke von 7500 Atm. ausgesetzt. Man erhielt einen Block, welcher wiederum durch Feilen gepulvert wurde. Nachdem das Pulver abermals demselben Drucke ausgesetzt worden war, erhielt man einen Metallblock, dessen physikalische Eigenschaften denen der Wood'schen Legirung vollkommen entsprachen. Auf ähnliche Weise gelang es, die Bose'sche Legirung und nach 5 oder 6 facher Wiederholung der Pressung auch Messing aus den respectiven Componenten herzustellen. Auch können — ebenso wie es möglich ist, Körper, welche verschiedene allotropische Zustände zeigen, unter hohem Druck von dem einen in den anderen Zustand überzuführen, — in Gemischen, z. B. von Kupfer und Schwefel, durch hohen Druck chemische Reactionen hervorgerufen werden.

Was nun die benutzten Apparate und Hülfsmittel angeht, so benutzte Spring zu derartigen Verdichtungsversuchen bereits vor vier Jahren einen Apparat, der im Wesentlichen aus einer Schraube bestand, welche durch Drehung mittels eines 1,5 m langen Hebels auf einen Stahlstempel wirkte und denselben in einen entsprechenden, mit den pulverförmigen Substanzen angefüllten Hohlcylinder trieb. Diese Einrichtung, mit welcher auf den Stempel bis zu 10000 Atm. Druck ausgeübt werden konnte, besass indessen manche Unvollkommenheiten. Die Druckbestimmung war ungenau und es konnte im Vacuum und bei höheren Temperaturen ohne besondere Hülfseinrichtungen nicht gearbeitet werden; auch war es äusserst schwierig, die verdichteten Körper aus dem Stahlcylinder zu entfernen, ohne sie zu zerbrechen oder zu beschädigen.

Bei den Versuchen, deren Resultate vorstehend mitgetheilt sind, verwandte Spring zwei Apparate, von denen einer für Verdichtungen unter Abschluss der Luft, also im Vacuum, der andere für ebensolche Untersuchungen in der Luft und bei verschiedenen Temperaturen bestimmt war. Auf diese Weise konnte zugleich der Einfluss des Luftdruckes, der übrigens kaum bemerkbar war, eruirt werden.

Der erstere Apparat, Fig. 1, bei welchem der Druck durch an einem langen Hebel angreifende Gewichte bewirkt wird, hat folgende Einrichtung:

An einem starken, etwa 1 m hohem Tisch ist ein auf 30 000 Atm. geprüftes, 1,3 cm langes

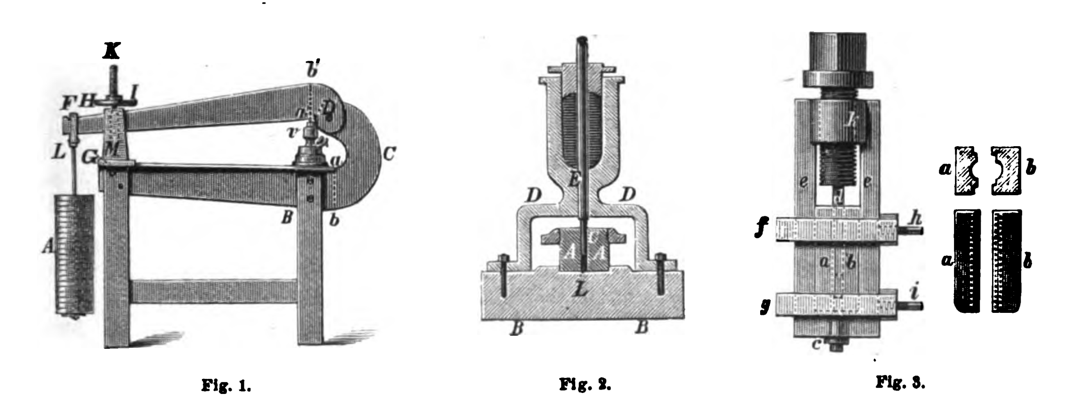


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

Gussstück *B* von *T* förmigen Querschnitt befestigt, das, zweimal umgebogen und an der oberen Biegung gegabelt, die Drehaxe *D* eines 1,5 m langen schmiedeeisernen Hebels trägt. Die Dimensionen in den gefährlichen Querschnitten beider Stücke sind bei $ab = 24$ cm, bei $A = 18$ cm, ferner bei $a'b' = 20$ cm und bei $F = 5$ cm; die Stärke des Hebels beläuft sich auf 2 cm, die des Lagerungsstückes auf 3 cm. Das freie Ende des Hebels wird durch die gabelförmige, auf dem Tisch befestigte, Gusseisensäule *GH* in seitlicher Richtung geführt und durch den dasselbe aufnehmenden Bügel *M* in Verbindung mit der Schraube *K* in verticaler Richtung bewegt und eingestellt. Am Punkte *F* greifen alsdann die den Druck ausübenden, auf ein Gehänge *L* aufgeschobenen scheibenförmigen Gewichte an.

Der Theil, in welchem die Verdichtung vor sich geht, *V*, hat folgende aus der Querschnittsfigur Fig. 2 zu ersehende Einrichtung: Die in dem Gussstück *B* von 22 cm Durchmesser und 5 cm Wandstärke gelagerte, cylindrische Gussstahlmatrize *A* von 38 mm Durchmesser und 50 mm Höhe

besteht aus zwei Theilen und ist aussen mit Gewinde und Schraubenmutter versehen, um einerseits die feste Verbindung beider Theile während des Gebrauches herstellen, andererseits die comprimirten Substanzen leichter herausnehmen zu können. Die Matrize selbst besitzt eine 8 mm weite, die pulverisirten Körper aufnehmende, cylindrische Durchbohrung, in welche von oben her ein in der Verticalen beweglicher Gussstahlstempel eintritt. Um nun auch unter Luftabschluss arbeiten zu können, ist das Gussstück *B* und die Matrize *A* von einer Bronzeglocke *D* umschlossen, durch welche, mittels Stopfbüchse abgedichtet, der Kolben *EF* führt. Durch Hähne an der Glocke kann dann die ganze Einrichtung mit der Luftpumpe in Verbindung gebracht und luftleer gemacht werden.

Die Grösse des ausgeübten Druckes resultirt nun aus folgenden Maassen: die Distanz zwischen dem Stützpunkt von *EF* und dem Widerlager beträgt 0,12 m, die Hebellänge 1,5 m; mithin wirkt auf den Stempel ein 12,5 mal grösserer Druck als in *F* ausgeübt wird. Da ferner die in *F* angreifenden Gewichte bis 1000 kg betragen können und die Fläche des Cylinders, in welchem die Verdichtung vor sich geht, bei 8 mm Durchmesser 50 qmm beträgt, so wird es bei der sonstigen Construction des Apparates möglich, auf die in der Matrize befindlichen Objecte einen Maximaldruck von 25 520 Atm. zu erzielen. Es war indessen aus Gründen der Sicherheit nicht angängig, den Druck von 10000 Atm. zu überschreiten, da sonst Matrize und Stempel hätten beschädigt werden können. Bemerkt sei noch, dass durch das Eigengewicht des Hebels an der betreffenden Stelle ein Druck von 130 kg = 216 Atm, welcher durch Anwendung eines Dynamometers gemessen ist, herbeigeführt und bei den Versuchen in Rechnung gestellt wurde.

Mit dieser sehr brauchbaren Einrichtung war es indessen schwer, in höheren Temperaturen, in welchen die Verdichtung der Materialien noch besser vor sich geht, zu arbeiten, da zu grosse Metallmassen erwärmt werden mussten. Spring stellte deshalb einen zweiten Apparat, Fig. 3, her, dessen Matrize aus zwei Gussstahlstücken *a* und *b* bestand. Die beiden Stücke waren in einer Schlittenführung beweglich, und durch klammerartige Ueberwürfe *fh* und *gi* zusammengehalten; von unten wurden sie durch ein festes Piston *c* verschlossen, während von oben her der Stempel *d* in sie eindrang. Auf den Stempel wirkte die in dem Schlitten gelagerte Druckschraube *K* von 3 mm Steighöhe, die durch einen 1,5 m langen Schraubenschlüssel erfasst und gedreht wurde. Wenn bei hohen Temperaturen gearbeitet werden sollte, wurden auf die Matrize Metallstückchen z. B. von Zinn, Wismuth, Blei, Zink und dergl. aufgelegt, deren Schmelzpunkte von 228°, 267°, 325° und 412° die gewünschten Temperaturen indicirten und alsdann der ganze Apparat erwärmt. Die Dimensionen und Druckeffecte sind dieselben wie bei dem vorbeschriebenen Apparat.

Wasser-Stimmgabeln.

Von C. Decharme. Compt. Rend. 95. S. 597.

Wenn zwei Wasserströme von entgegengesetztem Sinne, und zwar einander direct entgegengesetzt, aus Röhren mit dicken Wänden ausfliessen, so entsteht eine Anziehung dieser beiden Ströme, wenn die Oeffnungen der Röhren nur wenige Millimeter von einander entfernt sind; der Grad der Anziehung wächst sehr schnell mit der Verminderung dieser Entfernung. Haben die Röhren dünne Wände, so stossen sich die beiden Ströme ab. Sind die Ströme nicht genau einander entgegengesetzt, so entsteht eine axiale Attraction, welche das Bestreben hat, die beiden Axen in Coïncidenz zu bringen. In allen Fällen resultiren vibratorische Bewegungen.

Verf. hat diese Sätze der Construction eines Apparates benutzt, welcher die Form der gewöhnlichen Stimmgabeln hat. Ein Messingrohr (50 mm Länge, 6 mm lichte Weite und 1 mm Wandstärke) ist U förmig gebogen, derart, dass die beiden Arme in einer Entfernung von 6 cm von einander laufen. Die Mitte des gekrümmten Theiles ist durchbohrt und nimmt ein Verbindungsrohr auf, welches mittels eines Gewindes an einen Wasserleitungshahn angeschraubt werden kann. Der obere Theil eines jeden Armes ist zurückgekrümmt und die freien Enden sind einander sehr nahe gebracht, jedoch nicht so nahe, dass sie beim Vibriren auf einander stossen; die Axen der zurückgekrümmten Theile befinden sich in einer geraden Linie.

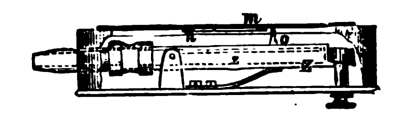
Lässt man einen Wasserstrom durch den Apparat gehen, so entsteht sofort eine regelmässige vibratorische Bewegung. Dieselbe wirkt anziehend, wenn die Röhren dick sind, und abstossend, wenn dieselben dünn sind. Es entsteht ein sehr klarer Ton, der sich nach Angabe des Verf. besonders gut bestimmen lässt, wenn der obere Theil des Apparates in Wasser getaucht ist.

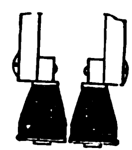
Verf. glaubt, dass sich der Apparat als hydraulischer Zähler verwenden liesse, und dass er, ebenso wie die Elektricität, geeignet sei, die Töne der gewöhnlichen Stimmgabeln andauernd zu erhalten.

Kleinere Notizen.

Neuerungen an Fernsprechapparaten. Von L. Scharnweber in Karlsruhe (Baden). D. R. P. 18175 vom 16. Januar 1881. Kl. 21.

Um das Selbsttönen der Membran *m* zu vermeiden, ist auf derselben ein Ring *n* aus irgend einem Metall concentrisch aufgelöthet. Zum Anrufen wird ein fester Anschlag *O* benutzt, gegen welchen die von den Magnetpolen bewegte Membran *m* schlägt und hierdurch einen lauten Ton erzeugt. Dieser Anschlag kann beim Aufgabeinstrument mit der Zunge *z* einer Zungenpfeife *Z* verbunden sein, und es wird dann die Membran *m* nicht nur durch die der Zungenpfeife *Z* entströmenden Schallwellen, sondern auch noch direct und viel intensiver durch den mit der Zunge *z* schwingenden Anschlagstift *o* bewegt. Um die Nachtheile der verschiedenartigen Ausdehnung der Membran und der dieselbe haltenden Fassung (Messing oder dergl.) zu vermeiden, ist die Membran auf einen Eisenring geschraubt. Zur Erzielung einer gleichmässigen Inductionswirkung ist eine conische Umwickelung der Polstücke der Magnete hergestellt.





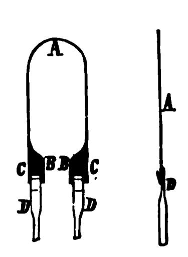
Apparat zur Entzündung elektrischer Kerzen oder Lampen und Unterhaltung einer permanenten Verbrennung derselben. Von Desquiens in Paris. D. R. P. 17072 vom 7 Mai 1881. Kl. 21.

Auf einer Fussplatte von Marmor sind in zwei concentrischen Kreisen metallische Supports *dd* von einander isolirt derart angeordnet, dass je zwei einander gegenüberstehende Supports der beiden Kreise die Kohlenstifte einer Kerze tragen. Einer der Supports des äusseren Kreises ist in steter leitender Verbindung mit einem Contactring *k*, der unterhalb der Platte liegt und welchem durch die Feder *g* eines Commutators *f* der Strom zugeführt wird. Die Supports des inneren Kreises stehen durch die sich gegen dieselben anlegenden Metallstücke *h* mit einer Klemmschraube *i* in Verbindung, durch welche der Strom abgeleitet wird. Jeder von den äusseren Supports trägt einen Contactarm *d'*, gegen welchen ein Hebel *h* des vorhergehenden Supports dann anschlägt und den Strom überleitet, wenn seine Messingdrahtnadel *a''* durch das abbrennende Kohlenpaar geschmolzen oder wenigstens abgebrochen ist, indem dann eine in der Nabe *a'* dieses Hebels sitzende Feder zur Wirkung kommt. Auf diese Weise wird der Strom nach Abbrennen eines Kohlenpaares nach dem Support des benachbarten übergeleitet.



Neuerungen an elektrischen Glühlampen. Von J. V. Nichols in Brooklyn N.Y. D. R. P. 17640 v. 28. Juli 1881. Kl. 21.

Es handelt sich um die Befestigung des Kohlenbügels auf den Enden der Zuleitungsdrähte. In die verbreiterten Enden *BB* des Kohlenbügels *A* sind bei *C* rechteckige Löcher gemacht, durch welche die verbreiterten Drahtenden *DD* hindurch gesteckt und dann umgebogen werden. Die Verbindungsstellen werden zur Erzielung eines besseren Contactes mit einem galvanischen Niederschlag von Kupfer, Nickel oder dergl. überzogen.

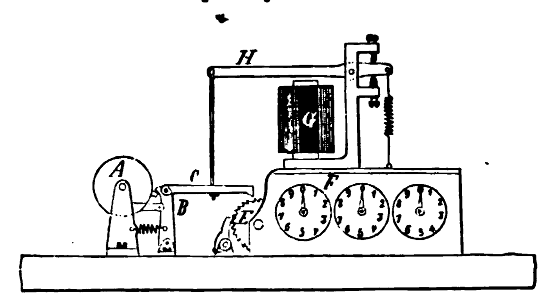


Zirkel mit Parallelführung der Schenkel. Von Ch. G. Müller in Charlestown, Süd-Car. D. R. P. 17918 v. 13. Nov. 1881. Kl. 42.

Die Zirkelbeine drehen sich nicht um ein Charnier, sondern bewegen sich in einer Parallelführung, welche der der bekannten Parallelschraubstöcke ähnelt (Gelenkscheere, deren Enden in Schlitzen gleiten). Eine feine Schraube hat dieselben Functionen, wie die Spindel des Schraubstockes.



Neuerung am Apparat zum Messen und Registriren elektrischer Ströme. Von J. W. Swan in Newcastle upon Tyne. D. R. P. 17187 vom 10. Juni 1881. Kl. 21.



Das Messen und Registriren elektrischer Ströme zum Betriebe elektrischer Lampen erfolgt hier mit Hülfe einer mit bestimmter Geschwindigkeit sich drehenden Walze *A*, welche mit so vielen Stiften versehen ist, als Lampen vorhanden sind. Die Walze beeinflusst die Hebel *B* und *C* derart, dass dieselben, wenn infolge Stromschlusses die Anker *H* entgegen den Federn *h* von den Elektromagneten *G* niedergezogen werden, bei jeder Umdrehung der Walze *A* die Sperrräder *E* einmal um einen Zahn vorwärts schieben und somit die Thätigkeit eines Zählwerkes *F* herbeiführen.

Accumulator. Von O. Schultze in Strassburg. Elektrotechnische Zeitschrift, 1882. Heft 10.

Dieser neue Accumulator, welcher auf der Elektricitäts-Ausstellung zu München ausgestellt war, ist nur 23 cm hoch und 12 cm im Quadrat; jedes Element besteht aus 30 Bleiplatten. Der Widerstand eines geladenen Elementes beträgt nur 0,005 Ohm, die elektromotorische Kraft ist 2,15 Volt und genügt ein einziger Accumulator, einen 4 mm starken Kupferdraht zum Schmelzen zu bringen. Hierbei sei noch erwähnt, dass in München Versuche gemacht wurden, um die Accumulatoren für die Telegraphie nutzbar zu machen. *R.*

Dynamoelektrische Maschine mit Handbetrieb. Von W. E. Fein in Stuttgart. Elektrotechnische Zeitschrift, 1882. Heft 7.

Die im Original durch eine Figur erläuterte Maschine ist hauptsächlich für Versuchszwecke und zum Ersatz für Batterien bestimmt. Bei einer Tourenzahl von 1200 in der Minute liefert die Maschine einen Strom von 10 Bunsen-Elementen, welcher für alle Experimente beim Unterricht in der Physik und Chemie ausreicht. In Bezug auf die Leistungsfähigkeit derselben sei angeführt, dass der Strom in der Minute 180—200 ccm Knallgas entwickelt und einen Stahldraht von 20 cm Länge und 0,5 cm Dicke zum Schmelzen bringt.

Die höchste Leistung der Maschine ist die Erzeugung des elektrischen Lichtes, bei welcher jedoch zur Hervorbringung der nöthigen Tourenzahl ebenfalls der Kraftaufwand eines Mannes ausreicht.

Der Preis der ganzen Maschine beträgt 450 M. *R.*

Selbstleuchtender Index im Spectroskop. Von Prof. A. F. Sundell. Astronom. Nachr. No. 2430.

Ein Vorschlag zur Construction eines selbstleuchtenden Index für Ausmessung von Spectren der im Wesentlichen auf den Vorschlag von H. C. Vogel (Vergl. diese Zeitschrift I. S. 20) hinauskommt. In die Bildebene des Spectroskops wird eine mit weisser phosphorescirender Farbe bestrichene Glasplatte eingekittet. Auf die Platte werden zwei breite Linien mit Tinte gezogen, die einander parallel in geringem Abstande von einander laufen. Der leuchtende Raum zwischen beiden Linien wird den Spectrallinien parallel gestellt und dient als Index. Das Licht dieses Index kann durch entsprechende Beleuchtung mit der Lampe nach Bedarf schwach oder stark gemacht und so Spectren von verschiedener Lichtstärke angepasst werden.

Batterie mit geringem innerem Widerstande. Von F. Higgins. Journ. of the Soc. of Telegr. Eng. and of Electr. Vol. XI No. 42.

Um die noch nutzbare Flüssigkeit der Kalumbichromatelemente, die man im Allgemeinen im Interesse der Constanz des Stromes bereits verwirft, noch auszunutzen, hat Higgins eine Batterie construirt, die auch ohne diesen Nebenzweck ihre Vorzüge hat. Zinkstücke befinden sich am Boden der Gefässe in einer Quecksilberschicht, in welche ein isolirter Kupferdraht hineinreicht, während in der darüber befindlichen Lösung die Kohlenplatten hängen. Die Elemente sind treppenförmig angeordnet, so dass durch ein Röhrchen am oberen Theile eines jeden Gefässes die Flüssigkeit langsam in das folgende fliesst. Ein Reservoir speist die Batterie dauernd mit der Lösung. Eine Batterie von 18 Elementen dieser Art leistet den sonst von 250 Daniells betriebenen Dienst; die elektromotorische Kraft beträgt 1,9 bis 2 Volts, der innere Widerstand schwankt zwischen 0,108

d 0,170 Ohm. Ist in einem Element der Zinkvorrath erschöpft, so erkennt man dies an der ırbung der Flüssigkeit, indem sich ein rothes unlösliches Chromsalz des Quecksilbers bildet. ie Unterhaltungskosten der Batterie sind, auch wenn man nicht Rückstände verwenden kann, ːrhältnissmässig niedrig. *L.*

chnellarbeitende Complementenwaage für wissenschaftliche Zwecke. Von Paul Bunge in Hamburg. D. R. P. 16765 v. 12. Dec. 1880. Kl. 42.

Der verhältnissmässig kurze Balken trägt nur eine Schale, sein Hauptlager ist an der ecke des Gehäuses befestigt, desgl. der Drehzapfen des Arretirungsträgers. Die Schale hängt ıit einer Schneide, welche rechtwinklig zur Endschneide des Balkens steht, frei auf einer planarallelen Platte, deren untere Fläche auf der Endschneide des Balkens ruht. Beide Schneiden erden von der Arretirung abgehoben. Die Schale trägt im unbelasteten Zustande eine Reihe on Gewichtsstücken, von denen nach Aufbringung der Last so viele heruntergenommen werden, is die Zunge wieder einspielt. Bei dieser (übrigens sehr alten) Einrichtung ist also die Beastung des Balkens stets dieselbe, wodurch bekanntlich eine möglichst constante Empfindlichkeit ːrzielt wird.

Verstellbares Curvenlineal. Von W. Ohnesorge in Stralsund. D. R. P. 18611 v. 2. Sept. 1881. Kl. 42.

Ein biegsames Lineal ist mit seinen Enden an zwei gegeneinander verschiebbare und um Zapfen drehbare Einspannungskörper befestigt, sodass es in verschiedenen elastischen Curven gebogen werden kann. Die Einspannungskörper können mittels angebrachter Theilungen genau eingestellt und mittels Druckschrauben festgestellt werden.

Submarinegucker. Von H. Haedicke in Hagen, Westphalen. D. R. P. 18525 v. 5. Jan. 1882. Kl. 42.

Ein Rohr trägt an einem Ende einen Hohlspiegel (Reflector) mit Lichtquelle, am anderen Ende ist es durch eine Glasscheibe wasserdicht geschlossen. Auf der Seite des Spiegels und durch diesen hindurch ragen die Objectivrohre eines geeigneten Perspectivs.

Neuerungen an Diaphragmen für Telephone. Von der Telephone Construction and Maintenance Company in London. D. R. P. 19024 v. 19. Jan. 1882. Kl. 21.

Das Diaphragma besteht aus einem mittleren dünnen Kreise und einem äusseren stärkeren ringförmigen Blech; die beiden Theile sind entweder aufeinander gelöthet oder das Ganze ist durch Stanzen aus einem Stück gefertigt.

Selbstthätiger Signalübertragungsapparat. Von J. V. M. Bartelons in Brüssel. D. R. P. 17466 v. 12. Juni 1880. Kl. 21.

Um von jedem Hause einer ganzen Gruppe Signale (z. B. Feuermeldungen) nach einer Centralstation telegraphiren zu können, sollen 3 ziemlich complicirte Apparate dienen, von denen der erste, welcher mit den Feuermeldern und dem Communicator der übrigen Häuser in Verbindung steht und die gewünschten Zeichen je nach der Stellung des Communicators auf das Empfangsbureau überträgt, in jedem Hause steht. Der zweite ist in nur einem Hause aufgestellt; er ist geeignet, auf ein mit Läutewerk und Morse- oder anderem Empfangsapparat versehenes Centralbureau gewisse Signale zu übertragen. Der dritte, ein Strassenmelder, soll ein auf der Strasse sichtbares Rücksignal geben. Die Patentschrift ist durch 24 Zeichnungen erläutert.

Messapparat zum Genaumessen fester Körper. Von J. E. Reinecker in Chemnitz. D. R. P. 17211 v. 9. Aug. 1881. Kl. 42.

Eine zweiseitige feine, auf massivem Eisengestell montirte Schraubenleere, welche fast genau die Einrichtung des bekannten Withworth'schen Originalapparates zeigt. Ein Grund für die Patentirung ist aus dem Auszuge nicht zu ersehen.

Trockenes galvanisches Element. Von G. Scrivanow in Paris. D. R. P. 17931 v. 5. Aug. 1881. Kl. 21.

Das Element besteht aus einer Platte von gepresster Kohle oder Graphit, einer sorgfältig amalgamirten Zinkplatte und einer auf der Kohlenplatte angebrachten depolarisirenden Platte. Zur Herstellung der letzteren, der Hauptneuerung, dient eine Masse, bestehend aus 10 Gewichtsth. Ammoniumquecksilberchlorid (m $Hg\,Cl_2$ n $N\,H_4\,Cl$), 3 Th. Chlornatrium, $^1/_4$ Th. Chlorsilber. Diesem Gemisch wird eine schwachsaure Lösung von Zinkchlorür von 50° hinzugesetzt, bis sich ein consistenter Teig bildet, mit welchem die vorher paraffinirte Kohlenplatte in einer gleichmässig dicken Schicht überzogen wird. Dann bedeckt man diese Schicht mit 5 oder 6 Lagen schwedischen



Filtrirpapiers, das mit einer Lösung aus gleichen Theilen Chlorzink und Chlornatrium getränkt wird. Durch Verbindung dieser Platte mit der Zinkplatte soll ein sehr constantes Element von ca. 1,3 Volt Potentialdifferenz gebildet werden.

Für die Werkstatt.

Eine metallische Legirung an Stelle der Versilberung. Maschinenbauer 1882, Nr. 24.

Villers giebt zwei Legirungen von denen die eine aus 80 Theilen Zinn, 18 Theilen Blei und 2 Theilen Silber, die andere aus 90 Theilen Zinn, 9 Theilen Blei und 1 Theil Silber besteht, als geeignetes Ersatzmittel für die ungleich theuerere Versilberung an. Bei diesen Compositionen muss die eigenartige Methode ihrer Herstellung besonders beobachtet werden, nach welcher zuerst das Zinn geschmolzen und wenn das flüssige Metall eine vollkommen weisse Färbung zeigt, unter fortwährendem Rühren mit einem Fichtenstabe zunächst das Blei in Körnern, sodann das Silber hinzugefügt wird. Bei verstärktem Feuer wird nun die Legirung, sobald ihre Oberfläche eine lichtgelbe Färbung aufweist, in Barren ausgegossen. Beim Gebrauch dieser Masse werden z. B. Stahlgegenstände, nachdem sie in eine verdünnte Lösung von Salz- und Schwefelsäure getaucht, dann abgespült, getrocknet und etwa 5 Minuten auf 70—80° erwärmt sind, während 1—2 Minuten in die über gelindem Feuer flüssig gehaltene Legirung getaucht, in kaltem Wasser abgespült, beziehungsweise gehärtet und sodann abgerieben und unter geringer Erwärmung polirt. Die so behandelten Gegenstände sollen sowohl die silberweisse Farbe als auch den Klang des Silbers besitzen und namentlich der Oxydation widerstehen; will man sie noch ausserdem gegen die Einwirkungen saurer Flüssigkeiten schützen, so taucht man sie in ein Amalgam-Bad von 60 Theilen Quecksilber, 39 Theilen Zinn und 1 Theil Silber oder überzieht sie auf galvanischem Wege noch mit einem schwachen Silberüberzug. *B.*

Ein neues Bad für galvanische Verzinnungen. Wick's Gewerbe-Zeitung 1882, Nr. 18.

Das bislang zum Verzinnen von Gegenständen gewöhnlich benutzte Bad besteht aus 400 g Kalium-Pyrophosphat $K_4 P_2 O_7$, 150 g Zinnchlorür in 0,65 l Wasser, in dem sich als Anode ein Stück reines Bankazinn und als negative Elektrode ein Zinnblöckchen befindet. Weigler empfiehlt die Herstellung eines Bades in der Art, dass man Chlor bis zur Sättigung durch concentrische Zinnchlorürlösung streichen lässt, mit 10 Theilen Wasser verdünnt, durch Erwärmung das überflüssige Chlor austreibt und filtrirt. Die vorher in entsprechenden Säuren abgebeizten und abgespülten Gegenstände werden sodann an Zinkdrähten 10—15 Minuten in diesem Bade belassen und überziehen sich mit einem dauerhaften Zinnüberzug. In Folge der schnellen Sättigung der Flüssigkeit mit Zinnchlorür wird eine häufigere Erneuerung des Zinnsalzes nothwendig.

Ein anderes Bad giebt Hern als aus 62 g Weinsteinsäure, 90 g Soda und 90 g Zinnchlorür in 3 l Wasser bestehend an. *B.*

Expansible Riemenscheibe von H. Schulte. Maschinenbauer 1882. Nr. 25.

Die Einrichtung dieser durch radiale Speichenverschiebung expandirbaren Riemenscheibe ist folgende: Die Nabe, aus 6 Theilen bestehend, ist fest mit der Welle verbunden und besitzt Oeffnungen, durch welche die Speichen hindurchgesteckt werden, deren äussere Enden durch einen Ring vereinigt und an deren innere Enden schwalbenschwanzförmige Anfräsungen vorgesehen sind, die in entsprechend geformten Nuthen eines mittels Nuth und Feder längs der Triebwelle beweglichen, mit derselben rotirenden Conus gleiten können. Ausserdem ist in letzterem noch eine ringförmige Nuth eingedreht, in welche zwei vom losesitzenden Schwungrad ausgehende Stangen, deren eine mit Gewinde versehen ist, eingreifen. Durch Drehung dieser Schraubenstange findet ein Auf- oder Abwärtsgleiten der inneren Speichenenden in den Nuthen des Conus statt, wodurch eine Grössenveränderung der Riemenscheibe erfolgt. *B.*

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Buchdruckerei von Gustav Schade (Otto Francke) in Berlin N.



Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Geschäftsführender Ausschuss der Herausgeber:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. **H. Landolt**, Vorsitzender. **R. Fuess**, Beisitzer. Reg.-Rath Dr. **L. Loewenherz**, Schriftführer.

Redacteur: Dr. Georg Schwirkus.

II. Jahrgang. **December 1882.** Zwölftes Heft.

Zur Genauigkeit des Präcisions-Polarplanimeters.

Von

Franz Lorber, o. ö. Professor a. d. k. k. Bergakademie in Leoben.

Der über das Präcisions-Polarplanimeter in dieser Zeitschrift erschienenen Abhandlung muss ich einen Nachtrag folgen lassen, welcher sich durch die inzwischen vorgenommene Untersuchung eines zweiten Instrumentes als nöthig erweist.

Dieses Planimeter ist anderer, neuerer Construction — Fahrarm und Polarm zum Verschieben eingerichtet — und unterscheidet sich von dem erst untersuchten wesentlich dadurch, dass die an dem beweglichen Schlitten hängende Spiralfeder durch einen federnden Stift ersetzt ist; ferner ist bei der neueren Einrichtung der cylindrische Schlitten in einen hochkantigen, welcher sich abgesondert in dem Kästchen unterbringen lässt, abgeändert und es fehlt eine Vorrichtung, um die Stellung des Winkelhebelarms zum Fahrarm zu berichtigen.

Die Untersuchung bezog sich zunächst auf die Bestimmung des mittleren Fehlers einer Umfahrung einer Probefläche; jede Probefläche wurde sowohl bei „Polarm nicht ausgezogen“ als auch bei „Polarm ausgezogen“ in jeder Bewegungsrichtung 10 mal umfahren, wobei der Pol nahezu dieselbe Stelle beibehielt; dies geschah bei vier verschiedenen Einstellungen des Fahrarmes mit fünf Probeflächen, so dass im Ganzen 800 Umfahrungen stattfanden.

Tabelle I (siehe umstehende Seite) enthält die Beobachtungsdaten, und ist nur zu bemerken, dass jedes n das Mittel aus zehn einfachen Beobachtungen bedeutet, ferner dass der mittlere Fehler nach der Formel $m = \sqrt{\frac{[v^2]}{z-1}}$ gerechnet wurde, in welcher v die Unterschiede der Beobachtungsresultate von ihrem arithmetischen Mittel, z die Anzahl der Beobachtungen (zehn) vorstellen.

Bildet man Gruppen, und zwar:

I	von $n =$	0,06	bis	0,3
II	-	0,30	-	1,0
III	-	1,00	-	3,0
IV	-	3,00	-	6,0
V	-	6,00	-	8,0
VI	-	8,00	-	10,5,

so ergiebt sich folgende Zusammenstellung:

I	$n =$ 0,133;	$m^2 =$ 0,00000054;	$m =$ 0,0007
II	0,439	88	9
III	2,326	91	10

IV	$n = 4{,}656$;	$m^2 = 123$;	$m = 11$
V	7,070	112	11
VI	9,486	174	13.

Tabelle I.

a) Polarm nicht ausgezogen.

Einstellung	Fläche	→			←			Mittel	f
	qcm	n	m^2	m	n	m^2	m	n → u. ←	qcm
147,0	3,14	0,1565	0,00000050	0,0007	0,1569	0,00000055	0,0007	0,1567	—
	12,57	0,6270	156	12	0,6281	55	7	0,6285	—
	78,54	3,9248	107	10	3,9305	172	13	3,9277	—
	153,94	7,6904	116	11	7,6981	54	7	7,6943	20,007
	201,06	10,0493	178	13	10,0597	201	14	10,0545	19,997
219,8	3,14	0,1040	0,00000022	0,0005	0,1046	0,00000027	0,0005	0,1043	—
	12,57	0,4175	50	7	0,4183	90	9	0,4179	—
	78,54	2,6133	90	9	2,6175	73	9	2,6154	—
	201,06	6,6929	77	9	6,6983	135	12	6,6956	30,029
	314,16	10,4600	04	2	10,4687	197	14	10,4644	30,022
255,7	3,14	0,0888	0,00000040	0,0006	0,0908	0,00000084	0,0009	0,0898	—
	12,57	0,3570	111	11	0,3614	71	8	0,3592	—
	78,54	2,2420	111	11	2,2503	45	7	2,2462	—
	201,06	5,7426	93	10	5,7542	151	12	5,7484	34,977
	314,16	8,9766	71	8	8,9878	173	13	8,9822	34,976
319,2	3,14	0,0713	0,00000023	0,0005	0,0720	0,00000044	0,0007	0,0717	—
	12,57	0,2861	54	7	0,2875	138	12	0,2868	—
	113,10	2,5846	160	13	2,5895	94	10	2,5871	—
	201,06	4,5917	223	15	4,6006	160	13	4,5962	43,746
	314,16	7,1777	68	8	7,1886	115	11	7,1832	43,736

b) Polarm ausgezogen.

Einstellung	Fläche	→			←			Mittel	f
	qcm	n	m^2	m	n	m^2	m	n → u. ←	qcm
147,0	3,14	0,1363	0,00000045	0,0007	0,1368	0,00000040	0,0006	0,1366	—
	12,57	0,5476	71	8	0,5486	27	5	0,5481	—
	78,54	3,4286	93	10	3,4324	93	10	3,4305	—
	153,94	6,7236	93	10	6,7293	45	7	6,7265	22,885
	201,06	8,7792	284	17	8,7855	50	7	8,7824	22,894
219,8	3,14	0,0910	0,00000067	0,0008	0,0913	0,00000045	0,0007	0,0912	—
	12,57	0,3647	112	11	0,3655	117	11	0,3651	—
	78,54	2,2818	70	8	2,2867	68	8	2,2843	—
	201,06	5,8465	206	14	5,8535	116	11	5,8500	34,370
	314,16	9,1385	183	14	9,1492	395	20	9,1439	34,357
255,7	3,14	0,0777	0,00000068	0,0008	0,0793	0,00000068	0,0008	0,0785	—
	12,57	0,3122	62	8	0,3159	143	12	0,3141	—
	78,54	1,9595	72	8	1,9658	48	7	1,9627	—
	201,06	5,0162	151	12	5,0276	71	8	5,0219	40,037
	314,16	7,8417	134	12	7,8531	100	10	7,8474	40,034
319,2	3,14	0,0625	0,00000028	0,0005	0,0631	0,00000054	0,0007	0,0628	—
	12,57	0,2498	107	10	0,2513	23	5	0,2506	—
	113,10	2,2560	133	12	2,2615	94	10	2,2588	—
	201,06	4,0106	49	7	4,0202	33	6	4,0154	50,072
	314,16	6,2689	256	16	6,2793	157	13	6,2741	50,072

Legt man das Fehlergesetz $m = k + \mu \sqrt{n}$ zu Grunde, so findet man nach der Ausgleichungsrechnung aus den beiden Normalgleichungen

$$6k + [\sqrt{n}]\,\mu = [m]^{1)}$$
$$[\sqrt{n}]\,k + [n]\,\mu = [m\sqrt{n}]$$

die Werthe der beiden Unbekannten

$$k = 0{,}00071 \text{ und } \mu = 0{,}00018,$$

sodass der mittlere Fehler einer Umfahrung einer Probefläche berechnet wird mit

$$m = 0{,}00071 + 0{,}00018\sqrt{n} \quad \ldots\ldots \quad 1)$$

Diese Gleichung weicht von der bei dem ersten Instrumente gefundenen

$$m = 0{,}0011\sqrt{n} \quad \ldots\ldots \quad 2)$$

schon in der Form ab, während sie mit der bei Polarplanimetern gefundenen

$$m = 0{,}00126 + 0{,}00022\sqrt{n} \quad \ldots\ldots \quad 3)$$

in der Form übereinstimmt und nur in den Zahlenwerthen abweicht.

Der Unterschied in der Gl. 1) und 2) kann nur davon herrühren, dass bei dem ersten Instrumente Unregelmässigkeiten in der Abwälzung der Messrolle stattfinden, welche ihren Grund in der Spiralfeder und in dem zu grossen Gewichte des Schlittens haben dürften, denn daraus kann erklärt werden, dass die Feder den Schlitten oft nur ruckweise nach sich zieht; es ist daher die Beseitigung der langen Spiralfeder und die Verminderung des Gewichtes des Schlittens ein wesentlicher Vortheil der neueren Construction, für welche überdies die Genauigkeit einer Umfahrung bei grösseren Umdrehungszahlen bedeutend grösser wird, als bei der ersten Construction.

Indessen wird dadurch an den Schlussfolgerungen nichts geändert, wenn auch die Form des Fehlergesetzes 1) und 3) diejenige ist, welche mit Rücksicht auf den Vorgang bei Planimetern als die allgemein gültige bezeichnet werden muss, und kann ich dazu nur bemerken, dass Gl. 1) sofort bei ihrer Ermittelung mein Bedenken erregte, dass ich sie aber doch für die weitere Entwickelung beibehielt, weil sie factisch dem Instrumente entsprach und die Fehler ganz gut wieder gab.

Dies ist hier auch mit Gl. 3) der Fall, denn rechnet man mit den Mittelwerthen n der Gruppen die Werthe für m, so erhält man:

I	$m = 0{,}0008$ statt der beobachteten	$m = 0{,}0007$
II	8	9
III	10	10
IV	11	11
V	12	11
VI	13	13

Die Justirung kann nach den Versuchsresultaten leicht erfolgen; vom Mechaniker sind fünf Marken mit den entsprechenden Werthen von f angegeben und zwar:

Polarm nicht ausgezogen:		Polarm ausgezogen:	
$E = 74{,}2$;	$f = 10$ qcm;	$E = 255{,}7$;	$f = 40$ qcm
147,0	20	319,2	50
219,8	30.		

1) $[\sqrt{n}] = \sqrt{n_1} + \sqrt{n_2} + \ldots\ldots$
$[m\sqrt{n}] = m_1\sqrt{n_1} + m_2\sqrt{n_2} + \ldots\ldots$

Bei der Einstellung 74,2 ist keine Untersuchung vorgenommen worden, weil die Verwendung doch eine zu beschränkte ist, indem grosse Flächen, die doch zur Justirung benutzt werden sollen, nicht mehr umzogen werden können; ich möchte diese Stellung bei der Unmöglichkeit einer genaueren Justirung ganz von der Anwendung ausgeschlossen wissen.

Für jede der vier übrigen Markenstellungen sind zwei Probeflächen angewendet worden, wie aus Tabelle I, in der auch die Werthe von f ausgeworfen sind, zu entnehmen ist; nämlich:

$F =$ 153,9380 qcm	mit dem mittleren Fehler	0,097 qcm
201,0619	- - - -	0,111
314,1593	- - - -	0,138

Es ergeben sich nunmehr die Mittelwerthe von f:

	Polarm nicht ausgezogen:	Polarm ausgezogen:
$E =$ 147,0;	$f =$ 20,002 ± 0,009 qcm;	$f =$ 22,890 ± 0,010 qcm;
219,8	30,026 ± 0,011	34,364 ± 0,012
255,7	34,977 ± 0,013	40,036 ± 0,014
319,2	43,741 ± 0,016	50,072 ± 0,018

Mit diesen Werthen lässt sich auch, dem Vorgange Schell's folgend, die Gleichung des Planimeters aufstellen; es ist allgemein

$$f \text{ qcm} = x + yE,$$

wo E die Ablesung am Fahrarme bedeutet; die Umkehrung der Formel giebt

$$E = x^1 + y^1 f.$$

Indessen ist es dem Vorgange bei der Justirung entsprechender, die erstere Gleichung zu benutzen, auf deren Grundlage nach der Ausgleichungsrechnung gefunden wird:

Polarm nicht ausgezogen: $f = 0{,}13790\ E - 0{,}28 \quad . \quad . \quad . \quad 4)$

$E = 2{,}01 + 7{,}25173 f. \quad . \quad . \quad . \quad 4^1)$

Polarm ausgezogen: $f = 0{,}15787\ E - 0{,}33 \quad . \quad . \quad . \quad 5)$

$E = 2{,}07 + 6{,}33428 f \quad . \quad . \quad . \quad 5^1)$

Die Anwendung der Formeln unterliegt keiner Schwierigkeit; so ergiebt sich aus 4) und 5):

	aus Gl. 4:	aus Gl. 5:
$E =$ 74,2;	$f =$ 9,95 qcm;	$f =$ 11,38 qcm
147,0	19,99	22,88
219,8	30,03	34,37
255,7	34,98	40,04
319,2	43,74	50,06

während aus 4^1) und 5^1) nachstehende Einstellungszahlen erhalten werden:

	aus Gl. 4^1:	aus Gl. 5^1:
$f =$ 10 qcm;	$E =$ 74,53;	$E =$ 65,41
20	147,04	128,76
30	219,56	102,10
40	292,08	255,40
50	364,60	318,78.

Der Mechaniker will, wie aus den oben gemachten Angaben hervorgeht, das Planimeter bei $f =$ 10, 20 und 30 qcm in der Stellung „Polarm kurz" und bei

$f = 40$ und 50 qcm in der Stellung „Polarm lang“ verwendet wissen; es ist aber bei Kenntniss der Gleichungen durchaus nicht nöthig, sich daran zu binden, nur wird man selbstverständlich thunlichst jene Stellungen nehmen, in welchen die grössere Genauigkeit erreicht wird, d. h. man wird die Flächenmessungen, wenn nur möglich, bei kleinerem f ausführen — dabei aber f mindestens gleich 20 qcm wählen.

Die Genauigkeit der Justirung nimmt zu, wenn man mehrere Probeflächen benutzt; natürlich kann auch auf dieselbe Weise die Genauigkeit der aufzustellenden Gleichung des Planimeters erhöht werden.

Der Fehler einer Flächenermittelung ist

$$dF = \sqrt{(ndf)^2 + (fdn)^2},$$

in welcher Formel die einzelnen Grössen die bekannten Bedeutungen haben; der erste Theil unter dem Wurzelzeichen (von der Justirung herstammend) behält für jedes f denselben Werth, wenn bei der Justirung stets dieselbe Probefläche — oder allgemein dieselbe Serie von Probeflächen — benutzt wurde.

Ist F^1 die Probefläche, n^1 die Anzahl der Rollenumdrehungen, so ist $f = \frac{F^1}{n^1}$, und von dem Umfahrungsfehler, welcher durch Wiederholung der Beobachtungen leicht verschwindend klein gemacht werden kann, abgesehen,

$$df = \frac{dF^1}{n^1}, \quad ndf = \frac{n}{n^1}\, dF^1 = \frac{F}{F^1}\, dF^1,$$

woraus die gemachte Bemerkung resultirt.

Um nun eine directe Vergleichung der Genauigkeit zu ermöglichen, werde angenommen, dass zur Justirung des Präcisions-Polarplanimeters und des gewöhnlichen Polarplanimeters dieselbe Probefläche $F^1 = 201{,}06 \pm 0{,}111$ qcm benutzt wurde; dadurch wird $ndf = \frac{F}{201{,}06}\, 0{,}111$ und

$$dF = \sqrt{\left(\frac{F}{201{,}06}\, 0{,}111\right)^2 + (fdn)^2},$$

welcher Ausdruck den Tabellen II und III (II für Präcisionsplanimeter, III für gewöhnliche Polarplanimeter) zu Grunde liegt; in letztere ist auch der selten vorkommende Fall $f = 50$ qcm aufgenommen worden und erstrecken sich die Tabellen auch

Tabelle II.

Fläche	ndf	$f = 20$ qcm, $df = 0{,}011$ „					$f = 30$ qcm, $df = 0{,}017$ „					$f = 40$ qcm, $df = 0{,}022$ „					$f = 50$ qcm, $df = 0{,}028$ „				
		n	dn	fdn	dF	$\frac{dF}{F}$[1]	n	dn	fdn	dF	$\frac{dF}{F}$[1]	n	dn	fdn	dF	$\frac{dF}{F}$[1]	n	dn	fdn	dF	$\frac{dF}{F}$[1]
qcm		qcm					qcm					qcm					qcm				
20	0,01	1	0,0009	0,02	0,02	$\frac{1}{952}$	0,667	0,0009	0,03	0,03	$\frac{1}{690}$	0,5	0,0008	0,03	0,03	$\frac{1}{589}$	0,4	0,0008	0,04	0,04	$\frac{1}{488}$
50	0,03	2,5	10	2	3	$\frac{1}{1472}$	1,667	9	3	4	$\frac{1}{1282}$	1,25	9	4	5	$\frac{1}{1087}$	1	9	5	5	$\frac{1}{945}$
100	0,06	5	11	2	6	$\frac{1}{1695}$	3,333	10	3	6	$\frac{1}{1587}$	2,5	10	4	7	$\frac{1}{1471}$	2	10	5	7	$\frac{1}{1351}$
200	0,11	10	13	3	11	$\frac{1}{1770}$	6,667	12	4	12	$\frac{1}{1724}$	5	11	4	12	$\frac{1}{1681}$	4	11	6	12	$\frac{1}{1626}$
300	0,17	15	14	3	17	$\frac{1}{1800}$	10	13	4	17	$\frac{1}{1765}$	7,5	12	5	17	$\frac{1}{1744}$	6	12	6	18	$\frac{1}{1705}$

[1]) Zur Bestimmung der Fehlerverhältnisse sind die auf drei Decimalstellen gerechneten Fehler benutzt worden.

Tabelle III.

Fläche	ndf	$f = 100$ qcm, $df = 0{,}055$ "					$f = 50$ qcm, $df = 0{,}028$ "				
		n	dn	fdn	dF	$\frac{dF}{F}$[1]	n	dn	fdn	dF	$\frac{dF}{F}$[1]
qcm		qcm					qcm				
20	0,01	0,2	0,0013	0,14	0,14	$\frac{1}{148}$	0,4	0,0014	0,07	0,07	$\frac{1}{282}$
50	0,03	0,5	14	14	14	$\frac{1}{347}$	1	15	7	8	$\frac{1}{633}$
100	0,06	1	15	15	16	$\frac{1}{634}$	2	16	8	10	$\frac{1}{1042}$
200	0,11	2	16	16	19	$\frac{1}{1042}$	4	17	9	14	$\frac{1}{1439}$
300	0,17	3	17	17	23	$\frac{1}{1287}$	6	18	9	19	$\frac{1}{1596}$

auf solche Flächen, welche — wie z. B. $F = 300$ qcm in Tabelle II bei $f = 20$, $F = 200$, und 300 qcm in Tabelle III bei $f = 50$ — ausser dem Bereiche der Möglichkeit liegen; die Fehler dn sind nach den Gl. 1) und 3) berechnet worden.

Die hieraus zu ziehenden Folgerungen ergeben sich von selbst; es ist deutlich zu ersehen, wie beim Präcisionsplanimeter der Justirungsfehler, beim Polarplanimeter ($f = 100$ qcm) der Umfahrungsfehler überwiegend ist; daher wird auch die Erhöhung der Genauigkeit der Justirung durch Vermehrung der Probeflächen dem Präcisionsplanimeter mehr Vortheil bringen, als dem Polarplanimeter — bei letzterem allerdings jene Fälle ausgenommen, wo die Anzahl der Umdrehungen der Messrolle eine grössere wird.

Nimmt man an, es wäre möglich, die Planimeter mit den beiden Probeflächen 201,06 und 314,16 qcm zu justiren, was nur für die Werthe von $f = 30$, 40, 50 qcm beim Präcisionsplanimeter, und von $f = 100$ qcm beim Polarplanimeter der Fall ist, so erhielt man etwa für $F = 100$ qcm:

Präcisionsplanimeter:					
	$f =$	20	30	40	50 qcm
	$df =$	0,007	0,011	0,014	0,018
	$dF =$	0,041	0,048	0,053	0,062
	$\frac{dF}{F} =$	$\frac{1}{2439}$	$\frac{1}{2084}$	$\frac{1}{1887}$	$\frac{1}{1618}$;

Polarplanimeter:			
	$f =$	100	50 qcm
	$df =$	0,036	0,018
	$dF =$	0,152	0,087
	$\frac{dF}{F} =$	$\frac{1}{658}$	$\frac{1}{1149}$;

wodurch das früher Gesagte erwiesen ist.

Bei dem Präcisionsplanimeter neuerer Construction ist eine Vorrichtung zur Berichtigung der Stellung des Winkelhebelarms zum Fahrarm (diese beiden sollen bekanntlich senkrecht zu einander sein) nicht vorhanden; dies setzt, soll das Instrument tauglich sein, die Erfüllung dieser Bedingung von Seite des Mechanikers voraus. Ein etwaiger Fehler äussert sich derart, dass die Anzahl der Umdrehungen der Messrolle beim Umfahren einer und derselben Fläche in verschiedenen Polentfernungen nicht dieselbe bleibt; die in dieser Hinsicht gemachten Beobachtungen sind

[1]) Zur Bestimmung der Fehlerverhältnisse sind die auf drei Decimalstellen gerechneten Fehler benutzt worden.

in Tabelle IV enthalten und ist hierzu nur zu bemerken, dass jedes *n* das Mittel aus 20 Umfahrungen — je 10 in jeder der beiden Richtungen — ist und dass die Berechnung der Flächen aus *n* mit den früher angegebenen Mittelwerthen von *f* stattgefunden hat.

Tabelle IV.

a) Polarm nicht ausgezogen						b) Polarm ausgezogen					
Ein-stellung	*f*	Pol-abstand	Probe-fläche	*n*	Gerech-nete Fläche	Ein-stellung	*f*	Pol-abstand	Probe-fläche	*n*	Gerech-nete Fläche
	qcm	cm	qcm		qcm		qcm	cm	qcm		qcm
147,0	20,002	22	78,54	3,9269	78,55	147,0	22,890	42	78,54	3,4300	78,52
		32		3,9296	78,60			52		3,4333	78,60
219,8	30,026	23	78,54	2,6153	78,52	219,8	34,364	39	78,54	2,2844	78,50
		31		2,6156	78,53			49		2,2846	78,51
		39		2,6177	78,59			58		2,2877	78,61
		25	153,94	5,1244	153,86			41	153,94	4,4792	153,94
		36		5,1267	153,93			51		4,4828	154,06
255,7	34,977	24	78,54	2,2443	78,50	255,7	40,036	36,5	78,54	1,9636	78,61
		41		2,2461	78,55			57		1,9626	78,57
		26	201,06	5,7467	201,00			41	201,06	5,0201	200,98
		39		5,7484	201,06			58		5,0219	201,06
		28,5	314,16	8,9801	314,13			43	314,16	7,8446	314,06
		37,5		8,9822	314,18			55		7,8474	314,18

Aus dieser Zusammenstellung geht hervor, dass an dem untersuchten Instrumente eine kleine Abweichung von der richtigen Stellung der beiden Arme vorhanden ist, welche aber in ihrer Wirkung auf die Flächenermittelung sich in so bescheidenen Grenzen bewegt, dass der fragliche Fehler die Resultate nicht wesentlich verändert. Dabei darf aber nicht ausser Acht gelassen werden, dass man auch durch Benutzung von Correctionsvorrichtungen kaum eine grössere Genauigkeit in der Stellung der Arme erzielen wird, weil noch andere Ursachen auf die Verschiedenheit der Umdrehungszahlen in verschiedenen Polabständen Einfluss nehmen.

Fasst man das Gesagte zusammen, so kommt man zu demselben Urtheile, welches am Schlusse der ersten Abhandlung ausgesprochen wurde — dass nämlich das Präcisions - Polarplanimeter dem gewöhnlichen Polarplanimeter an Genauigkeit u. z. besonders bei kleinen Flächen überlegen ist; ja es kann dieses Urtheil in Berücksichtigung der neueren Construction noch dahin erweitert werden, dass das Präcisions-Polarplanimeter sogar dem Linearplanimeter an Genauigkeit nicht nachsteht; als selbstverständlich darf bei diesem Ausspruche hingestellt werden, dass gleiche Verhältnisse bei der Justirung, bei den umfahrenen Flächen etc. vorausgesetzt sind.

Die bathometrischen Instrumente und Methoden.

Von
Prof. Dr. **Guenther** in Ansbach.

(Schluss statt Fortsetzung.)

Mehr denn hundert Jahre nach Puehler trat der bekannte Concurrent Newton's, der als Erfinder den ersten Genie's aller Zeiten zuzurechnende Robert Hooke, an die neuer Förderung sehr bedürftige Aufgabe heran. Zunächst verfertigte er[1])

[1]) Stipriaan Luiscius etc., S. 421.

eine gut gefirnisste hölzerne Kugel mit einer gekrümmten Stahlfeder, an welche ein Stück Metall gehängt war, das sich beim Aufstossen wieder aushängen sollte. Varenius erzählt in seiner „*Geographia generalis*" von einigen Versuchen, welche mit diesem Instrumente zu Sherness angestellt wurden, jedoch nicht ganz befriedigend ausfielen, und nicht besser ging es, als Rochon bald darauf mit einer Modification von ersterem im indischen Ocean experimentirte, die Kugel Hooke's durch eine Spindel ersetzend. Namentlich war es so gut wie unmöglich, das Erscheinen des aufsteigenden Körpers auf der Oberfläche chronometrisch genau zu fixiren. Dem abzuhelfen reichte Hooke im Jahre 1601 der Londoner Societät mehrere neue Vorschläge zu einem „*Explorator profunditatis, distantiae, abyssi*" ein, über welche an verschiedenen Stellen seines später erschienenen Hauptwerkes[1]) berichtet wird; wir stützen uns bei unserer Skizzirung des Grundgedankens auf den sehr ausführlichen Rapport von Gilbert[2]). Bei dem zweiten dieser neuen Bathometer war die Kugel mit einer diametralen Durchbohrung versehen, und in dieser Höhlung befand sich eine Spindel mit schiefstehenden Flügeln, wie solche früher bei Taschenuhren üblich war. Durch eine Schraube ohne Ende wurde ein Räderwerk und durch dieses wieder ein Zeiger umgetrieben, solange das Bathometer im Wasser untersank. Sobald das Gewicht abgestossen war, verschloss eine Feder die Höhlung durch eine Klappe, und das Räderwerk blieb also beim Aufschwimmen des Instrumentes in Ruhe. Abermals verbessert erschien das dritte Modell der Hooke'schen Tiefensonde. Bei diesem trägt eine verticale Stange eine gefirnisste Holzkugel, die wieder in die Höhe kommen soll, und oben einen Schwimmer oder eine Boye, welche als Signalapparat zur besseren Markirung des Emportauchens dient, endlich zwei Hodometer, von denen das eine beim Sinken, das andre, welches gerade im umgekehrten Sinne arbeitet, beim Steigen des Apparates umgetrieben wird. Unten wird an einen federnden Haken das Gewicht gehängt, welches das Bathometer bis auf den Grund hinabzieht.

Eine kleine Abänderung an dieser Vorrichtung ward von Bacialli angebracht. Bobrik, dem wir diese Nachweisung verdanken, spricht sich darüber in folgender Weise aus: „Es machte einige Schwierigkeit, den Haken genau so zu krümmen und in die Feder einzupassen, dass augenblicklich beim Aufstossen auf den Grund die Kugel loskam. Bacialli brachte statt des Hakens eine Zange an, durch deren Arme eine Schnur geht. An dieser hängt das Gewicht; und weil dieses niederwärts, die Kugel aufwärts strebt, so wird die Zange zugezogen und hält mit ihrem Gebiss den Zapfen der Kugel fest. Stösst das Gewicht auf den Grund und wirkt nicht weiter auf die Arme der Zange, so wird diese durch die zwischen ihren Armen befindliche Feder geöffnet, lässt den Zapfen los, und die Kugel steigt in die Höhe."

Auch Greenstreet kam nach Luiscius (a. a. O.) im zweiten Bande des „*Repertory of Arts and Manufactures*" auf eine derjenigen Hooke's ähnliche Idee zurück. An einem Holzstück war auf der einen Seite ein Markirungs-Schwimmer, auf der anderen aber ein Schenkel befestigt, der eine Spirale barg. Diese wurde durch das aus einer Seitenröhre hereinströmende Wasser getrieben. Die Umdrehungen wurden hodometrisch verzeichnet, und in dem Augenblicke des Zusammentreffens mit

---

[1]) Hooke, Philosophical Experiments and Observations, ed. Derham, London 1726.
[2]) Gilbert bei Stipriaan Luiscius, S. 422 ff.



einem festen Gegenstande schob sich ein Stift zwischen die Zähne des Triebrades ein und hemmte die fernere Bewegung.

Die Form des abzustossenden Gewichtes mochte von den älteren Mechanikern als wenig wesentlich angesehen und daher dem freien Belieben überlassen werden. In dem von uns benutzten Resumé des Luiscius — das grössere Werk über Bathometrie[1]) ist dem Verf. nicht zugänglich gewesen — wird besonders auch eine neue Einrichtung des Sinkkörpers in Vorschlag gebracht[2]). Derselbe sollte ein Cylinder sein, der nach unten zu einen Stab trug, an dem unten eine kleine kupferne Kugel angeschraubt war; dieser Stab sollte im entscheidenden Augenblicke gleichzeitig die Ablösung und die Hemmung im Hodometer besorgen. Greenstreet's Spirale gedachte Luiscius durch eine Spindel mit vier kleinen Flügeln zu ersetzen; ausserdem sollte das Ganze mit einem Flechtwerke umgeben werden, um Störungen durch Seethiere und anderweite Fremdkörper fernzuhalten. Nach verwandten Grundsätzen scheint auch das von Castberg[3]) benützte Bathometer eingerichtet gewesen zu sein.

Ueber eine der neueren Zeit angehörige Auslösungsvorrichtung, diejenige von Aimé, vermögen wir, Mangels genauerer Quellenangabe, bloss nach einer Mittheilung von Emsmann zu referiren[4]): „Aimé suchte das Heraufziehen der Schnur des Senkbleis zu erleichtern und verfertigte einen kleinen Hohlcylinder von Kupfer, in welchen ein Stäbchen mit sanfter Reibung hineingeht. Oben trägt das Stäbchen, ausserhalb des Cylinders, eine kleine Scheibe, am untern Ende ist dasselbe hakenförmig gebogen. Der Cylinder hat an der Seite eine Oeffnung und oben und unten einen Ring. An dem oberen Ende wird die Leine befestigt, welche durch die vorher bezeichnete Scheibe des Stäbchens hindurchgeht; an dem unteren Ringe hängt ein Stäbchen von Kupfer, welches unmittelbar in der Mitte ein Charnier hat, sodass das etwas längere und gekrümmte Ende, welches in einen kleinen Ring ausgeht, aufwärts umgeschlagen werden kann. Auf dies Kupferstäbchen wird das Senkblei gehängt und das umgeschlagene Ende in den Haken des Stäbchens bei der Oeffnuug des Cylinders eingehakt . . . Soll dann die Tiefe, bis zu welcher das Senkblei hinabgelassen ist, gemessen werden, so lässt man einen auf das Seil gesteckten Bleiring hinabfallen. Sowie dieser Bleiring auf die Scheibe des Stäbchens aufschlägt, wird das Stäbchen hinabgeschoben, der das Senkblei haltende Kupferstab ausgehakt und indem dieser umschlägt, muss das Senkblei abfallen.“ — Es leuchtet ein, dass Aimé's Methode nur bedingt in diesen zweiten Abschnitt gehört und, da ja bei ihr die Leine nicht entbehrlich gemacht wird, ganz gut auch im ersten ihren Platz hätte finden können, allein da für dieselbe doch immer die Art und Weise der Gewichts-Auslösung charakteristisch ist, so schien die von uns getroffene Wahl den Vorzug zu verdienen.

In den fünfziger Jahren unseres Jahrhunderts erfand der praktische Sinn der Amerikaner mehrere neue, d. h. einen alten Gedanken in neuer Form zum Ausdruck

---

[1]) Stipriaan Luiscius, Zeepeiler of Bathometer, waarmede man alle diepten der zeen kan afmeten, Amsterdam 1805.

[2]) Id., Beschreibung einer Meeressonde etc. S. 424.

[3]) Castberg, Versuche über die Temperatur des Meeres in verschiedenen Tiefen, angestellt im mittelländischen Meere, Gilbert's Ann. d. Phys., 19. Band. S. 349.

[4]) A. H. Emsmann, Physikalisches Handwörterbuch, 1. Band, Leipzig 1865. S. 80 ff. Fig. 3 stellt das Instrument während des Sinkens dar.

bringende, bathometrische Mechanismen. Am bekanntesten unter diesen ist derjenige des Seeofficiers Brooke geworden, wesentlich durch das hohe Lob, welches der berühmte Maury[1]) demselben gespendet hat, dann aber auch durch die hohe Einfachheit, welche den Apparat für Messungen, die nicht gerade äusserster wissenschaftlicher Schärfe bedürfen, zu einem höchst geeigneten macht. *S* (Figur 4) ist ein Eisenstab, der durch den Mittelpunkt einer hinreichend schweren Kanonenkugel *K* hindurchgeht; an seinem oberen Ende finden sich zwei an Scharnieren befestigte Arme *A* von gleicher Länge, die für gewöhnlich mit *S* gleiche Winkel einschliessen und nur nach unten drehbar sind. Von den Enden der Arme gehen gleichlange

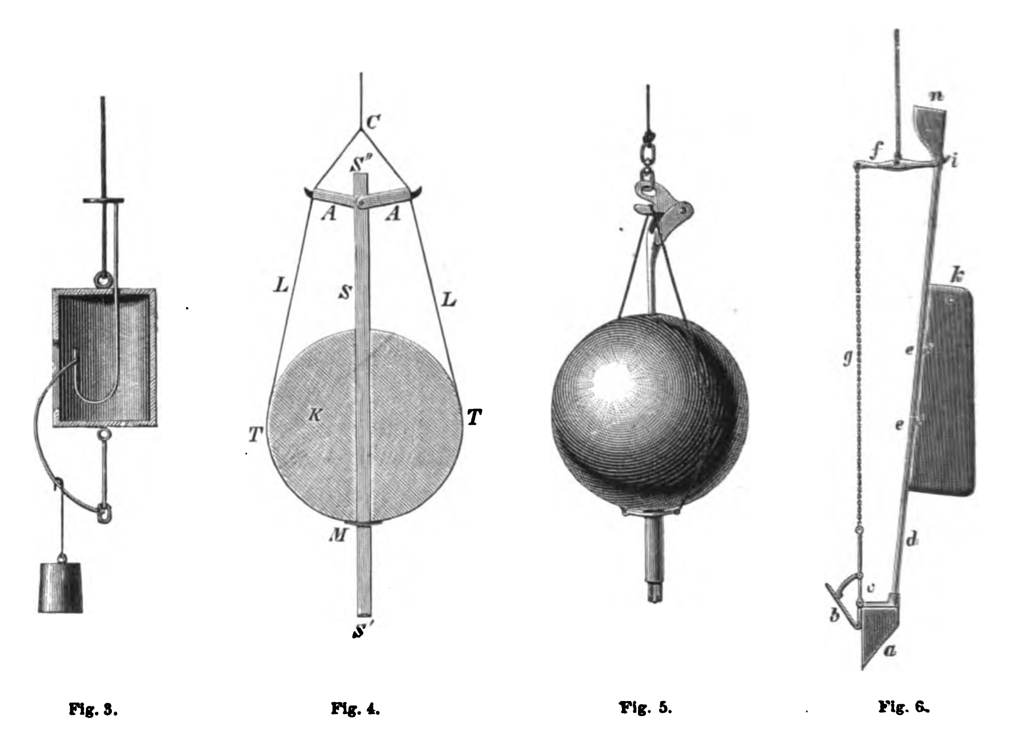


Fig. 3. Fig. 4. Fig. 5. Fig. 6.

Seile, die sich in *C* zur eigentlichen Lothleine vereinigen, nach der einen Seite; ebenda ist aber auch die Leine *L* an vorspringenden Nasen angehängt, welche sich von den beiden Tangentialpunkten *T* aus um die Kugel herum anlegt und an deren tiefstem Punkte eine kleine durchlöcherte Metallscheibe *M* enthält. Sowie die Spitze *S'* des Stabes *S* den Boden berührt, geht das entgegengesetzte Ende *S''* in die Höhe, die Arme *A* klappen um und verlieren dadurch das Seil *L*, welches in der angedeuteten Weise nur lose befestigt war. *K*, *L* und *M* bleiben am Meeresgrunde zurück, während der Stab *S* nebst den Armen emporgezogen wird und sofort für eine neue Messung verwendbar wird. W. Thomson bildet den Apparat[2]) in einer Weise ab, welche sich von der vorigen schematischen Zeichnung ein wenig unterscheidet, und auch die Figur (Platte IV) wie die Beschreibung[3]) in Belknap's

---

[1]) Maury, die physische Geographie des Meeres, deutsch von Böttcher, Leipzig 1856. S. 197.
[2]) Wyville Thomson, The Depths of the Sea, London 1874. S. 211.
[3]) Belknap, S. 10 ff.

Schrift stimmt nur dem Principe nach mit jener überein. Fig. 5 reproducirt die von Belknap angegebene Einrichtung.

In der Darstellung des amerikanischen Kapitains folgt auf den Apparat von Brooke unmittelbar (a. a. O.) Fitzgerald's „Sounding-Machine," deren Beschreibung wir mit den Worten des Originals hier gleich anreihen wollen (vgl. Fig. 6): „Die Lothleine ist an dem Mittelpunkt der Eisenstange *f* befestigt. Die Stange „endigt an dem einen Ende in eine Kralle *i* und an dem anderen in ein Oehr, in „welchem letzteren die Kette *g* hängt. Eine Schaufel *a*, mit einem scharfen spaten„ähnlichen Rande ist befestigt an einem langen und schweren Eisenstabe *d* mit „einem breiteren ruderförmigen Ende *n*, welches den Stab beim raschen Herunter„sinken in seiner Stellung festhalten soll, und unter diesem Ende ist ein Oehr, in „welches die Kralle *i* der Stange *f* passt. Die Schaufel hat eine Thür *b*, welche „derartig in dem Arm *c* hängt, dass sie bei verticaler Stellung desselben geöffnet „wird. Der Arm *c* ist mittels der Kette *g* mit *f* verbunden, und Arm sowohl wie „Kette correspondiren in Länge mit dem Stabe *d*. Zwei Zähne, *e e*, ragen aus *d* „heraus und in ihnen hängt das Gewicht *k*. Der Apparat ist so eingerichtet, dass „bei angehängtem Gewicht die Stange *f* eine horizontale Lage einnimmt, wenn das „Instrument fertig zum Gebrauch hängt. Wenn das Instrument den Boden streift, „lässt die Spannung der Stange *f* nach, das Gewicht zieht den Stab *d* aus der Kralle „heraus, und wird ausgelöst, zu gleicher Zeit die Schaufel füllend. Beim Herauf„ziehen fällt das Instrument in eine nahezu senkrechte Lage und die Schaufel kommt „ganz in der Mitte herauf." In der Praxis scheint nach Belknap's Aeusserungen (a. a. O.) das etwas complicirte Arrangement der Bestandtheile dieses Apparates minder enstprochen zu haben, als erwartet war.

Der oft beklagte Mangel geschichtlichen Wissens hat in neuester Zeit eine Anzahl bathometrischer Vorrichtungen wieder aufleben lassen, die höchstens in technischen Details, nicht aber der Idee nach von älteren Vorläuferinnen abweichen. So ist z. B. Maury's „Propeller-Loth[1])" wesentlich nur eine Reproduction der Tiefsonden von Hooke und Stipriaan Luiscius, und ein Gleiches wird wohl auch für eine andere aus Amerika stammende Methode gelten, deren Toula Erwähnung thut, indem er sagt[2]): Bauer in New-York benutzte das Princip der Schiffsschraube; eine Schraube wurde als Loth verwendet und mit einem Uhrwerk versehen, welches die Umdrehungen markirte." Aus dem gleichen Grunde kann auch einem in neuerer Zeit vielgenannten Modell, demjenigen von Koncicky, nicht der Ruhm völliger Originalität vindicirt werden. Wenn Peterin[3]) von allen bathometrischen Vorrichtungen, welche auf der maritimen Ausstellung von Neapel (1871) zu sehen waren, nur zwei als wirklich neu bezeichnete, nämlich das obengenannte und das von dem Lieutenant der k. k. Marine Hopfgartner construirte, so möchten wir dieses Lob sogar noch mehr und zwar lediglich auf das letztere beschränken, von welchem im dritten Abschnitt des Näheren gehandelt werden wird. Lediglich in einem theoretisch nebensächlichen, wenn schon für die nautische Praxis allerdings nichts weniger denn

[1]) E. Mayer, S. 8.

[2]) Toula, die Tiefsee-Untersuchungen und ihre wichtigsten Resultate, Mittheil. d. k. k. geogr. Gesellschaft zu Wien, 1875. S. 64.

[3]) Peterin, Nuovi scandagli per misurare la profondità del mare, Neapler Ausstellungszeitung vom 27. April 1871.

gleichgültigen Punkte kommt bei Koncicky ein neues Princip zur Geltung, wie aus der nachstehenden Beschreibung[1]) erhellen dürfte, welche einem anscheinend recht genauen Literaturbericht der Zeitschrift „Ausland" entnommen ist: „Es besteht dieses Senkblei in einem Schwimmer, welcher die Form eines Seekukuks hat: innen ist es mit einer kleinen Schraube und in seinem oberen Theile mit einer durchbohrten Schachtel versehen, welche eine chemische Mischung enthält. Der Seekukuk senkt sich in Folge zweier Gewichte aus Gusseisen und aus Blei, die zusammen einen Cylinder bilden. Diese Gewichte werden von zwei Zapfen gehalten, welche in einem Rohr (hohlen Cylinder) angebracht sind, in dem sich mit Leichtigkeit ein zweites Rohr auf- und abbewegt, welches an seinem oberen Theile zwei Arme hat, dazu bestimmt, desto leichter die beiden Mitteltheile des Cylinders in der Schwebe zu erhalten. Sowie der Apparat den Meeresgrund berührt, steigen die beiden Arme in die Höhe, die Gewichte, die sich in stabilem Gleichgewicht befinden, lösen sich von den Zapfen los und bleiben auf dem Grunde. Der Seekukuk aber steigt zugleich mit den übrigen Theilen des Senkbleis wieder auf. Ist er ausser Wasser gelangt, so verursachen die in der Büchse enthaltenen chemischen Substanzen, die aus Phosphor und Fettstoffen bestehen, einen dichten Qualm, welcher gewissermassen dem Untersuchenden das Signal giebt, dass die Probe des Meeresgrundes an der Oberfläche angelangt ist. Die Anzahl der Rotationen der Schraubenlinie wird durch ein System von verzahnten Rädern angegeben. Ausserdem hindert eine eigens zu diesem Zwecke angebrachte Schraube das Rotiren der Schraubenlinie während des Hinaufsteigens des Seekukuks, so dass man die Tiefe aus der Anzahl der Umdrehungen der Schraubenlinie während des Hinabsteigens des Apparates berechnet." Wer dies liest, muss sich doch lebhaft an den *„zeepeiler"* des Luiscius gemahnt fühlen, und nur darin erblicken wir, wie schon bemerkt, eine erhebliche Verbesserung, dass statt der ihren Dienst gewiss nur unvollkommen thuenden Boye des Holländers ein chemischer Signalisirungsapparat angebracht ist. Vielleicht gelingt es der Chemie noch, das optische Signal durch ein akustisches zu ersetzen, was sich gewiss noch vortheilhafter erweisen würde; man müsste einen Stoff wählen, der vom Wasser in keiner Weise angegriffen würde und dazu noch die Eigenschaft besässe, beim Erblicken des Tageslichtes sofort mit einer entsprechenden Detonation zu explodiren. — Massey's „Indicator," der ebenfalls auf einer Verbindung gezahnter Räder beruht, ist von Belknap[2]) beschrieben und abgebildet worden.

Ein anderes der neuesten Zeit angehöriges Instrument, welches bei submarinen Untersuchungen gewiss noch eine wichtige Rolle zu spielen berufen ist, kann hier nur eine vorübergehende Erwähnung finden, nämlich das Stahlberger'sche „Rheobathometer[3])." Dasselbe hat als oberste und wichtigste Bestimmung die, die Grösse und Richtung von Unterströmungen festzustellen; ausserdem soll es das Heraufbringen von Bodenproben möglichst erleichtern und erst in dritter Linie ist es auch als eigentlicher Seetiefenmesssr zu verwenden. Als solcher aber richtet sich das Rheobathometer wesentlich nur nach den allgemeinen Principien dieses Abschnittes, wofür die

---

[1]) Ergebnisse der Bathometrie, Ausland 1872. S. 500.

[2]) Belknap, S. 9 ff.

[3]) Stahlberger, Das Rheobathometer; ein Apparat zur Messung von Meeres-Strömen und Tiefen, sowie zur Untersuchung des Meeresgrundes, Carl's Repert. d. Experimentalphysik etc. 10. Band. S. 376 ff.

eigenen Worte des Erfinders[1]) zum Belege dienen mögen: „Der Apparat kann noch zu anderen Zwecken als zu Strömungs-Messungen und zum Aufholen von Grundproben verwendet werden. Da für einen bestimmten Apparat und bei Anwendung eines bestimmten Ballastes und Schwimmers die Zeit des Hin- und Herganges und die Tiefe in einem innigen Zusammenhange stehen, so lässt sich, wenn man das Bewegungsgesetz durch Versuche ein für allemal ermittelt hat, aus der Zeit eines Hin- und Herganges auf die Tiefe schliessen, der Apparat kann daher ohne alle weitere Beigabe als Tiefenmesser dienen. Bei Tieflothungen nach der gewöhnlichen Methode kann der Apparat dadurch gute Dienste leisten, dass man während des Lothens Strömungsmessungen vornimmt, denn man kann dann den Einfluss der Strömungen auf die Lothungs-Resultate in Anschlag bringen. Die beim Aufstossen am Meeresgrunde präcise erfolgende Selbstauslösung des Ballastgefässes kann auch bei jenen Lothungsmethoden mit Vortheil benutzt werden, bei welchen auf die Tiefe aus der Angabe eines mit einem passenden Propeller verbundenen Zählwerkes oder einer Vorrichtung geschlossen wird, die den grössten Druck, welchem sie ausgesetzt war, angiebt." —

Sämmtlichen Instrumenten, von denen in diesem Abschnitte die Sprache war, hatten, ob sie nun eine Lothleine überflüssig machten oder nicht, doch das gemein, dass mittels einer Auslösung ein schwerer Körper, der einzig und allein das richtige Untersinken des ganzen Systems zu besorgen hatte, auf dem Meeresgrunde zurückgelassen werden musste. Emsmann erblickt hierin eine Material-Vergeudung, welcher er durch eine freilich recht sinnreiche aber auch ziemlich complicirte Anordnung der Versuche abgeholfen wissen möchte[2]). Im Wesentlichen der Idee Brooke's folgend, ersetzt er dessen durchbohrte Kanonenkugel durch einen metallenen Hohlcylinder, der, um das Wasser leichter zu zertheilen, unten mit einem entsprechend gekrümmten Ansatz versehen ist. An der durchbohrenden Stange sind zwei Verdickungen angebracht, deren Distanz die Axenlänge des Cylinders übertrifft, so dass dieser bis zu einer gewissen Grenze frei auf der Axe, d. h. dem Stabe, gleiten kann. Der obere Cylinderrand ist mit einem Metallring versehen, der durch Speichen mit der Röhre in fester Verbindung steht, und im Inneren des Cylinders befindet sich ein luftdicht anschliessender Kolben. Dicht am Boden ist in der Cylinderwandung eine durch eine Schraube zu verschliessende Oeffnung angebracht; zieht man die Schraube heraus, so kann die Luft entweichen, und es wird möglich, den Kolben bis unten herabzudrücken, eventuell aber auch irgend einen Gegenstand einzuführen. Wenn nun dieser Apparat, dessen Aufhängung mit der Brooke'schen identisch ist, den Grund berührt, fällt der Cylinder soweit herab, als es die untere der beiden Verdickungen gestattet. In diesem Momente soll ein durch den Boden des Cylinders hindurchgehender und ein wenig hervorragender Stift durch Aufstossen auf die Verdickung die Explosion eines zwischen Boden und Kolben befindlichen Zündsatzes bewirken, welche den Kolben bis zu den Speichen des Ringes in die Höhe treibt. Da mithin das Volumen des Apparats bei gleich bleibendem Gewichte eine nicht unbeträchtliche Verminderung erfährt, so wäre es möglich, eine derartige Verminderung des specifischen Gewichtes einzuleiten, dass ein Aufsteigen des Ganzen erfolgte.

[1]) Ibid. S. 383.

[2]) A. H. Emsmann, Vorschlag eines neuen Bathometers, Dingler's polytechnisches Journal, 198. Band. S. 188 ff.



Versuche, die mit einer solchen Vorrichtung angestellt worden wären, sind uns nicht bekannt, und in der That muss es zweifelhaft erscheinen, ob der Apparat, wenn er auch für gewisse Tiefen noch so gut adaptirt wäre, nicht unter anderen Verhältnissen den Dienst versagen würde, da er von dem richtigen Functioniren zu vieler besonderer mechanischer Factoren abhängt. —

Von den Bedenken, welche gegen die Tiefenmessung mit Hülfe von Auslösungs-Mechanismen sprechen, ist oben bereits vorübergehend die Rede gewesen. Diejenigen Methoden, welche bloss das Hinabfallen hodometrisch messen und während des Aufsteigens das Zählwerk durch eine Sperrvorrichtung in Ruhestand versetzen, beseitigen allerdings einen Theil jener Bedenken, aber eben auch nur einen Theil. Stahlberger's Vorschlag (s. o.), nicht einfach ein proportional der Zeit vor sich gehendes Untersinken anzunehmen, sondern jedes einzelne Instrument als Individuum zu behandeln und gewissermaassen empirisch zu graduiren, hat jedenfalls viel für sich, doch bleibt immer noch die Möglichkeit bestehen, dass die Theilung, wenn man einmal auf offener See in grossen Tiefen operirt, illusorisch wird. Ausserdem aber hebt Bobrik da, wo er Hookes und Bacialli's Bathometer (s. o.) beschreibt, noch einige Nachtheile genereller Natur hervor[1]). Sein Einwurf, dass unterseeische Ströme einen „unberechenbaren" Einfluss ausüben können, wird sich nach der Erfindung Stahlberger's wohl kaum mehr aufrecht erhalten lassen, wohl aber bleibt es wahr, dass hie und da das Ballast-Gewicht im Schlamme viel zu langsam und mit zu wenig Widerstand einsinkt, als dass die Auslösung rechtzeitig vor sich gehen könnte. Bis zu einem gewissen Grade haftet dieser Uebelstand freilich auch den Apparaten der dritten Kategorie an, zu welcher wir uns nunmehr wenden wollen, denn auch sie bedürfen theilweise einer Auslösung.[2])

III. Luftdruck- und Wasserdruck-Apparate.

Wenn davon die Rede war, dass in dieser dritten Abtheilung jene Bathometer an die Reihe kommen sollten, welche nach dem Aneroid-Princip eingerichtet seien, so gilt dies strenge genommen nur für die neuere Zeit. Man entschloss sich zur Anwendung desselben nämlich erst dann, als sich die sonst üblichen barometrischen und manometrischen Regeln nicht mit der wünschenswerthen Genauigkeit hatten zur Geltung bringen lassen. Eine historische Uebersicht wird uns mit den einzelnen Stadien dieses Entwickelungsganges am vertrautesten machen.

Zuerst scheint auf die Idee, die Tiefe durch die Compression der Luft zu messen, Hales, der geniale Autor der „Statik der Gewächse", verfallen zu sein. Gilbert bemerkt hiezu[3]): „Hierauf war auch Hooke gekommen, ging aber wieder davon ab, weil die Compression der Luft in dem Instrumente nur dann die Tiefe messen konnte, wenn man die Temperatur und die Beschaffenheit des Wassers dieser Tiefe

[1]) Bobrik, Handbuch der praktischen Seefahrtskunde, 1. Band, Zürich und Hamburg 1846. S. 118.

[2]) Bei den Apparaten der zweiten Klasse ist eben die Aushebung des Ballastes die Hauptsache, weil die Zeit des Sinkens gemessen und daraus auf die erreichte Tiefe geschlossen werden soll. Hingegen für die dritte Klasse ist die Sperrvorrichtung etwas ganz Nebensächliches, denn man könnte sie auch an der Leine halten.

[3]) Gilbert bei Stipriaan Luiscius, S. 422.

kannte und mit Sicherheit wusste, dass das Wasser in sehr grossen Tiefen gar nicht comprimirt sei. Dagegen wollte sich Hooke dieser Vorrichtung als *Explorator gravitationis* bedienen." Desaguliers griff dann später wieder auf den von Hales angeregten Gedanken zurück; „er erfand," wie Bobrik (a. a. O.) mittheilt, ein „Bathometer dass dem Barometer verwandt ist, indem das Wasser durch seinen Druck Quecksilber in eine Röhre hinauftreiben soll. Je tiefer das Wasser ist, desto stärker ist sein Druck, desto höher also muss das Quecksilber steigen. Etwas Honig oder Theriak auf der Oberfläche des Quecksilbers setzt sich an der innern Wand der Röhre fest und zeigt so die Höhe des erreichten Standes. Röhre und Quecksilber stehen in einer Glocke mit einem messingenen Halse. Hals und Boden der Glocke sind durchlöchert, um das Wasser einströmen zu lassen. Unten an der Glocke hängt ein Gewicht mit einer Feder, um beim Aufstossen auf den Grund die Glocke loszulassen. Am Halse der Kugel ist oben eine luftleere Metallkugel oder eine luftgefüllte Blase befestigt, welche die Glocke herauszieht."

Von einigen anderen dem Geiste nach ähnlichen Messungsmethoden, welche sich jedoch nicht zu allgemeiner Anerkennung emporgerungen haben, sei bloss kurz berichtet. So meldet Toula[1]): „Ericson construirte ein Loth, in dem eine Luftsäule dem Wasserdruck ausgesetzt wird, um aus der Grösse des Druckes die Tiefe zu bestimmen . . . Hunt's Methode eignet sich nur für geringe Tiefen. Ein starker luft- und wasserdichter Schlauch oder Sack wird, mit Luft gefüllt und mit Gewichten beschwert, in die Tiefe gesenkt und hinter dem Schiffe hergezogen. Die Luftmasse wird im Sacke in verschiedenen Tiefen verschieden stark zusammengepresst; der Druck pflanzt sich durch einen engen langen Schlauch fort, dessen oberes Ende mit einem Manometer derartig in Verbindung gesetzt wird, dass man die Tiefe unmittelbar ablesen kann. Durch Uebertragung wurde die Tiefe vom Apparate aus selbst auf Papier verzeichnet und so das Relief des Bodens förmlich portraitirt." Hier haben wir also deutlich das für die Erdphysik neuerlich so wichtige Princip der Selbstregistrirung ausgesprochen. In gewissem Sinne hatte allerdings bereits Desaguliers diesem Principe Rechnung getragen, freilich nur in der rudimentären Form, welche in Rutherford's Maximum- und Minimum-Thermometer zum Ausdruck gebracht ist.

Direct auf das Mariotte'sche Gesetz basirten Ziegler und Oersted ihre Bathometer[2]), deren Beschreibung wir jedoch aus dem Grunde unterlassen können, weil Jolly's Tiefenloth[3]), mit welchem wir uns jetzt eingehender beschäftigen wollen, in ähnlichem Geiste eingerichtet und dabei ungleich vollkommener ausgeführt ist. In die Röhre *R* (Fig. 7), die oben geschlossen ist, wird eine zweite engere und oben wie unten offene Röhre coaxial eingesetzt und am unteren Ende *CD* der ersteren an diese angeschmolzen. Das von unten eindringende Wasser vermag also in den Zwischenraum zwischen *R* und *r* erst dann einzudringen, wenn es die engere Röhre passirt hat. Die im Apparate befindliche Luft wird dies eine Zeit lang verhindern, bis von einer gewissen Tiefe an der Wasserdruck über den Luftdruck die Oberhand gewinnt. Gesetzt nun, das Zusammendrücken

L A R R C D

Fig. 7.

[1]) Toula, S. 64 ff.
[2]) Gehler's physikalisches Wörterbuch, II. Aufl., 6. Band. S. 1613 ff.
[3]) E. Mayer, S. 9 ff.

der Luft richte sich genau nach dem erwähnten Fundamentalsatze der Aerostatik, so würde aus der Menge des eingedrungenen Wassers direct die Tiefe gefunden werden können. Da jedoch dem Mariotte'schen Gesetze nur eine bedingte Gültigkeit bei heftigeren Drucken zukommt, so muss die Scale experimentell bestimmt werden, und Jolly bestimmte demzufolge die Grösse der Entfernung zweier aufeinanderfolgender Theilstriche einmal dadurch, dass er sein Loth in anderweit bekannte Tiefen einsenkte, dann aber auch mit Hülfe einer Compressionspumpe. Auch fand er es vortheilhaft, drei verschiedene Instrumente je für geringe, mittlere und bedeutende Seetiefen in Anwendung zu bringen. Immerhin ergiebt sich im letztgenannten Falle der freilich bei allen auf dem Druck-Princip beruhenden Apparaten schwer zu vermeidende Uebelstand, dass die Theilstriche der Röhre *R* bei starkem Drucke sehr nahe an einander heranrücken, wodurch ein genaues Schätzen der Zwischenräume sehr erschwert werden muss.

Bei Jolly ist, wie wir sahen, das Zwischenmittel des Quecksilbers vermieden, was freilich eine nicht geringe Vereinfachung herbeiführt, wogegen die Benutzung dieses Stoffes dem von den Brüdern Morse construirten und nach dem auf der Pariser Weltausstellung vorgezeigten Modell von Delabar[1]) sorgfältig beschriebenen Tiefenmesser die Möglichkeit grösserer Feinheit der Ablesung zu sichern scheint (Fig. 8). Das Glasgefäss *A*, *B* ist 5 bis 6 Zoll lang und im Ganzen etwa 5 Kubikzoll haltend; in dasselbe wird eine Glasröhre *C D* von 7 bis 8 Zoll Länge so eingesetzt, dass ihre Axe mit der Axe des ersteren zusammenfällt; ihre Weite beträgt $^1/_5$ Zoll, an den beiden Enden ist sie offen. Mit dem oberen Ende, das etwas aufgeblasen ist, wird die Röhre in einen Stöpsel eingefügt, der gerade in die Oeffnung des umschliessenden Glasgefässes hineinpasst. Nun giebt man in das letztere soviel Quecksilber hinein, dass dasselbe bis an die untere Oeffnung der eingesetzten Glasröhre hinanreicht und so diese völlig abschliesst. Ist dies geschehen, so wird der Kautschuksack *E* über das obere — verstöpselte — Ende der natürlich genau calibrirten und eingetheilten Glasröhre gezogen; dieser Sack lässt sich durch eine verschliessbare Oeffnung mit Wasser füllen, und die gleiche Füllung wird auch der ganzen Röhre *CD* zu Theil. So präparirt, steckt man die ganze Vorrichtung in ein Blechgefäss, in dem oben sich einige Glaskugeln *F* befinden, während unten der Schwerkörper *P* nebst einem einfachen Aushänger angebracht ist. Setzt man den Apparat ins Wasser, so dringt das Wasser von unten ein, presst den Kautschuksack zusammen und würde ein Gleiches mit dem darin eingeschlossenen Wasser thun, wenn nicht, wie die Versuche mit Oersted's Sympiezometer zur Genüge dargethan haben, die Compressibilität tropfbarer Flüssigkeiten fast gleich Null wäre. Das Wasser im Sacke tritt also in die Röhre *CD* und gelangt durch deren untere Oeffnung und durch das Quecksilber hindurch auch in das umschliessende Gefäss *A B*. Beim



Fig. 8.

[1]) Delabar, Notizen über zwei neue physikalische Apparate, Dingler's polytechnisches Journal, 192. Band. S. 103 ff.

Aufsteigen des Instrumentes dreht sich dann in Folge der Belastung durch die Glaskugeln das Instrument um und man kann an der Theilung von $C\,D$ ablesen, wieviel Wasser in $A\,B$ eingedrungen ist. Man braucht das Instrument hierauf nur umzukehren, um es sofort wieder zur Anstellung eines neuen Versuches zu aptiren.

Einige Zeit später unterzog Schreiber die bisherige Methodik der Bathometrie einer scharfen aber wohlberechtigten Kritik, mit welcher er einen neuen und beherzigenswerthen Vorschlag verband, dessen Tendenz denn auch bald darauf grossentheils seine Realisirung gefunden hat. Folgendes sind seine Worte:[1]) „Die Sondenleine selbst ist wegen der Strömungen unbrauchbar. Die Bestimmung des Druckes durch Zusammendrückbarkeit des Wassers hat den Uebelstand[2]), dass die Function der Zusammendrückbarkeit noch nicht ermittelt ist, dass die Temperatur auf diese Instrumente einen colossalen Einfluss ausüben muss, und ferner kann man nur die Maximaltiefe mittels derselben bestimmen. Die Bathometer, welche das Maximum der Tiefe durch Compression von Luft angeben, leiden an noch grösseren Uebelständen. Ich glaube, dass man entweder Bourdon'sche Röhren oder nach Art der Dosenbarometer gewellte Stahlplatten dem Drucke des Wassers aussetzen und deren Formänderungen bestimmen muss. (Vielleicht können gleich Manometer, wie sie bei hydraulischen Pressen benutzt werden, Anwendung finden; soviel ich weiss, gehen dieselben bis zu 1000 Atmosphären.) Die Durchbiegungen, welche solche Platten erleiden, lassen sich sehr einfach auf einen Zeiger übertragen, um so den Druck durch photographische Fixirung des Zeigers oder durch irgend welche andere Einrichtung zugleich mit der Temperatur zu bestimmen. Will man mehrere Bestimmungen während eines Niederlassens des Apparates in verschiedenen Tiefen machen, so braucht man nur das Talbot'sche Papier verschiebbar zu machen. Zur Erreichung dieser Verschiebbarkeit mache ich auf die Einrichtung der Registriraneroide und Registrirthermometer (Compensationsthermometer) von Hipp aufmerksam."

Ohne von diesen Plänen etwas zu wissen, haben zwei neuere Gelehrte je einen derselben auf eigene Hand selbständig durchgeführt. Neumayer, der Director der Hamburger Seewarte, hat ein submarines Thermometer angegeben[3]), bei welchem lichtempfindliches Papier zur stetigen Abbildung einer Quecksilbersäule in ähnlicher Weise benutzt wird, wie es bei dem bekannten meteorologischen Observatorium in Kew geschieht. Der nächste Zweck Neumayer's ist ja freilich ein anderer, als derjenige, von welchem Schreiber sprach, allein es ist klar, dass die vollständige Beschreibung aufrecht erhalten bleiben kann, wenn nur das einzige Wort „Quecksilber" durch „Zeiger" ersetzt wird. „Der in einer Geissler'schen Röhre überschlagende Funke, wodurch die ganze Röhre erleuchtet wird, wirft den Schatten des Quecksilbers auf Talbot'sches Papier, auf einer Trommel aufgespannt, welche

[1]) Schreiber, Ueber einige neue Apparate zu Tiefenmessungen, ibid. 213. Band. S. 312.

[2]) Hier möchte der Autor doch wohl insofern im Irrthum sein, als wenigstens unseres Wissens auf die Eigenschaft des Wassers, ein ganz klein wenig comprimirt werden zu können, noch keine Tiefsonde zu begründen versucht ward. Im Gegentheil rechnet z. B. Morse (s. o.) eben darauf, dass das Wasser nicht zusammengedrückt werden kann und mithin andere Körper aus ihrer Ruhelage herausdrängt.

[3]) Neumayer, Ueber ein neues Instrument für Messungen von Tiefsee-Temperaturen, Verhandl. d. Gesellsch. f. Erdkunde zu Berlin, 1. Band. S. 20 ff.

mittels Uhrwerk sich in bestimmter Zeit dreht; auch die Scale des der Geisler'schen Röhre genau parallel gestellten Thermometers bildet sich auf dem photographischen Papier ab. Messbare Erwärmung findet bei dem Leuchten nicht statt[1]). Die Batterie nebst Zubehör wird in einem Metallbehältniss mit in die Tiefe geschickt." Einige kleine technische Aenderungen würden allerdings von Nöthen sein, wenn statt einer vertical pendulirenden Säule ein sich drehender Zeiger photographirt werden soll, jedoch sind die hieraus erwachsenden Schwierigkeiten sicherlich keine principiellen.

In seiner grössten Reinheit finden wir den Grundsatz des Wasserdruck-Aneroides durchgeführt in dem neuen Tieflothe, mit welchem uns Hopfgartner und Arzberger[3]) beschenkt haben, und welchem wir unter den Apparaten unserer dritten Kategorie unbedingt den Preis zuerkennen möchten. Mit Verweisung auf Fig. 9 folgen wir der Beschreibung der beiden Erfinder: „Auf der unteren Seite eines Messingsrahmens *R* ist ein sanft ansteigendes Schraubengewinde eingeschnitten, in dem der Zapfen *L* (der Träger der Metalldosen *X*, *Y* und *Z*) läuft, und in jeder beliebigen Stellung durch eine Contramutter festgehalten werden kann. Die Dosen sind in *a* mit einander verbunden, und der Ansatz der obersten Dose läuft in einen doppelten Bügel *M* aus, welcher eine am oberen Rande des Rahmens *R* festsitzende Röhre *K* umgreift. Diese Röhre trägt eine Eintheilung in Millimeter, und längs derselben verschiebt sich ein Nonius, der an der Röhre auf- und abgleitet, jedoch mit so viel Reibung, dass er an jedem Orte bleibt, wohin er vorschoben wurde. Durch das Aus- und Einschrauben des Dosensystems am Zapfen *L* im Schraubengewinde *S* wird die Einstellung des Nonius auf Null der Scale bewerkstelligt; die Unterkante des oberen Theiles des Bügels *M* muss stets auf der Oberkante des Noniusschiebers aufliegen." Lässt man die ganze Vorrichtung tiefer und tiefer in's Wasser hinab, so steigert sich fortwährend der Druck auf die Deckel der Dosen, und der an jene befestigte Bügel *M*, mit dem wieder der Nonius untrennbar verbunden ist, muss der Bewegung nachgeben. Sowie der Druck nachlässt, dehnen sich die Dosen, ganz wie bei der älteren Art der Aneroidbarometer, vermöge der Elasticität ihrer Deckel und der Expansivkraft der eingeschlossenen atmosphärischen Luft wieder aus, und der Bügel geht in seine Anfangsstellung zurück. Nur der Nonius verbleibt da, wo er sich zuletzt befand, indem er daselbst einen Doppelzweck erfüllt: einmal ermöglicht er in seiner Eigenschaft als Vernier die genauere Ablesung, und dann dient er als selbstregristrirende Marke. Allerdings ist seine Bewegung dem Wasserdrucke nicht völlig genau proportional, allein die empirische Graduirung der Scale

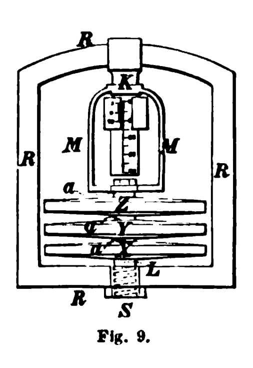


Fig. 9.

[1]) Hiegegen sind allerdings von Gintl[2]) in dem Sinne Einwendungen erhoben worden, dass doch eine namhafte Erhöhung der Temperatur eintreten könnte. Allein selbst wenn dem so wäre würde doch höchstens die Nützlichkeit des photographischen Verfahrens für submarine Thermometrie, nicht aber für die eigentliche Tiefenmessung, die uns hier allein angeht, in Frage gestellt werden.

[2]) Gintl, Prager technische Blätter, 1884. S. 64.

[3]) Hopfgartner-Arzberger, Ein neues Tiefloth, Sitzungsber. d. k. k. Akad. zu Wien, Math.-phys. Kl., 73. Band (2) S. 19 ff.

vollzieht sich hier leichter, als bei anderen Instrumenten. Ob man den Apparat an der Leine führen oder ihn mit einem Auslöser versehen will, bleibt dem subjectiven Ermessen des Experimentators anheimgegeben.

Kommt es weniger auf die Messung in verschiedenen Abständen vom Wasserniveau, als vielmehr auf die Bestimmung der Maximaltiefe, zugleich aber nicht auf allzugrosse Genauigkeit an, so könnte die Registrirung auch noch auf eine andere und einfachere Weise erfolgen, von der wir uns noch nirgendwo gelesen zu haben erinnern, die aber jedem sich aufdrängen muss, der zufällig an die beim ballistischen Pendel angewandte Aufzeichnung denkt. Ebenso wie dort, könnte auch der mit dem Dosendeckel des Wassers-Aneroides verbundene Zeiger mit der Spitze an einer Rinne hingleiten, die mit irgend einer weichen Masse angefüllt sein müsste. Aus dem eingeritzten Bogen, resp. aus der Länge desselben, könnte dann auf die Intensität des Druckes und damit indirect auf die erreichte Tiefe geschlossen werden.

Die Berechnung denkt sich Rühlmann[1]) in folgender Weise angestellt. Ist v das specifische Volumen der im Manometer eingeschlossenen Flüssigkeit beim Drucke P, k der Compressionscoefficient, so ist

$$dv = -vkdP;$$

integrirt man, so wird

$$\log v = -kP + \text{Const.}$$

Versteht man ferner unter Θ die Dichtigkeit, unter Θ_1 die Dichtigkeit beim Einheitsdrucke, so leitet man aus der vorigen Gleichung die folgende ab:

$$\Theta = \Theta_1\, e^{(P-1)\,k}.$$

Weitere Gleichungen, in denen noch die Tiefe x vorkommt, sind:

$$10{,}333\; dP = g\Theta dx,$$

$$\frac{g}{g'} = \frac{r-x}{r}.$$

g bedeutet hier die gewöhnliche Constante der Schwerkraft in der Tiefe x, g' dieselbe für $x = o$. Eliminirt man aus den drei letzten Gleichungen g und Θ, so gelangt man zu einer Differentialgleichung, durch deren Integrirung eine Gleichung zwischen x und P hergestellt wird, und zwar die nachstehende:

$$P = 1 - \frac{1}{k}\log\left(1 - \frac{k\Theta_1}{10{,}333}\,g'\left(x - \frac{x^2}{2r}\right)\right).$$

Der letzte Bruch ist für gewöhnlich klein genug, um bei Seite gelassen werden zu können.

IV. Anderweite physikalische Methoden.

Die Anwendung der Elektricität, resp. des galvanischen Stromes, um die Tiefe zu signalisiren, scheint sich nach dem, was Toula[2]) und E. Mayer[3]) darüber mittheilen, nicht besonders bewährt zu haben[4]). Nicht minder gilt dies von dem Messungsverfahren, dessen die beiden genannten Schriftsteller (a. a. O.) Erwähnung

---

[1]) Rühlmann, Ableitung der Formeln für Messungen der Meerestiefen mit Hülfe des Manometers, Ann. d. Phys. u. Chem., 2. Serie, 5. Band S. 558 ff.

[2]) Toula, S. 64.

[3]) E. Mayer, S. 11.

[4]) Nach der dem Referenten unbekannt gebliebenen Schrift von Gareis und Becker: „Zur Physiographie des Meeres.“

thun, und das darin besteht, dass man Torpedos in's Wasser sendet, die am Boden zerplatzen sollen. Theils aus der Zeit, welche die Gasblasen vom Momente der Detonation bis zum Erscheinen auf der Oberfläche brauchen, theils auch aus der bekannten Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Schalles im Wasser sollte die Tiefe berechnet werden. Allein die Gasblasen erschienen bei grösseren Tiefen nicht mehr regelmässig, und auch der Knall wurde nur bei geringen Tiefen hinlänglich deutlich vernommen. —

Trotzdem hat die Akustik ein sehr gutes Mittel an die Hand gegeben, zwar nicht in einem einzelnen Falle das Meer auszulothen, aber doch die mittlere Tiefe eines Meeres mit einer vermuthlich recht beträchtlichen Genauigkeit zu taxiren. J. Scott Russell hob zuerst 1845 in seinem „Report on Waves" hervor, dass die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der lunaren Fluthwelle von der Durchschnittstiefe abhänge, und dass man so für den pacifischen Ocean eine ungefähre Tiefe von 6400 m ermitteln könne[1]). v. Hochstetter dehnte diese Idee auch auf die von Erd- und Seebeben herrührenden Fluthwellen aus und fand auf diese Weise die Linie Arica-Honolulu im Mittel 5274 m tief[2]). Airy entwickelte zu dem Ende[3]) die einfache Formel

$$h = \left(\frac{v}{k}\right)^2,$$

wo h die Tiefe, v die stündliche Fortschreitungsgeschwindigkeit der Welle in englischen Meilen und k die constante Zahl 3,866 bedeutet. Die hiernach berechneten Mittelwerthe stimmen mit den durch directe Auslothung gefundenen soweit überein, als es bei der Grundverschiedenheit beider Methoden billigerweise verlangt werden kann. —

Zweifellos die geistreichste und feinste aller Directiven, um auf indirecte Art und Weise die Tiefe des Meeres an einer bestimmten Erdstelle ausfindig zu machen, rührt jedoch von William Siemens her. Derselbe hat die Grundzüge seiner Methode selbst in einer englischen Zeitschrift[4]) dargelegt, Gelčich hat dieselbe ebenfalls genau beschrieben[5]), am Meisten aber empfiehlt sich ein darüber im Dingler'schen Journale erschienener Aufsatz[6]), weil sich in ihm die Redaction bemüht hat, auch der mathematischen Basis des Verfahrens ihr volles Recht angedeihen zu lassen.

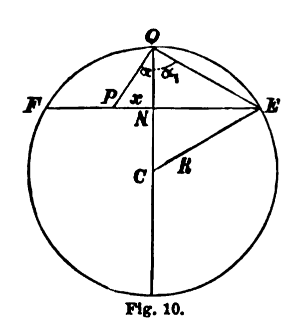


Fig. 10.

Wenn es gelingt, ein hinlänglich genaues Werkzeug zur Messung der Erd-Anziehung herzustellen — man denke an Hooke's oben erwähnten *Explorator gravitationis* —, so ist klar, dass der Stand dieses Instrumentes auf dem Festlande ein anderer sein muss, als über einer tiefen Wassermasse, denn deren geringe Dichte wird das Maass der Gesammt-Attraction verringern. EF (Fig. 10) stelle einen dünnen Zonenstreifen vor, NP sei gleich x, der Mittelpunkt N von EF habe vom

[1]) Toula, S. 67.

[2]) v. Hochstetter, Petermann's geographische Mittheilungen, 1869. S. 222 ff.

[3]) Peschel-Leipoldt, Physische Erdkunde, 1. Band, Leipzig 1879. S. 414.

[4]) W. Siemens, Proceedings of the Royal Society, XXIV. S. 317 ff.

[5]) Gelčich, Physische Geographie des Meeres, Wien 1881. S. 21 ff.

[6]) Seetiefenmesser und Anziehungsmesser von C. W. Siemens in London, Dingler's polytechnisches Journal, 221. Band. S. 45 ff.

Erdmittelpunkt den Abstand NC, vom Pol der Zone den Abstand $NQ = h$. Die Masse des Zonenstreifens ist

$$dM = 2\,\pi x dx dh,$$

oder, wenn noch PQ gezogen und $\measuredangle\, NPQ = \alpha$ gesetzt wird,

$$dM = \frac{2\pi h^2 \operatorname{tg}\alpha\, d\alpha\, dh}{\cos^2\alpha}.$$

Der Elementarstreifen, welchem P angehört, hat angesichts seiner Dünne von Q den allenthalben gleichen Abstand $PQ = e = h \sec\alpha$; denkt man sich also im Punkt Q die Masseneinheit befindlich, so wird diese mit einer Kraft angezogen, deren in die Verticalrichtung fallende Componente durch

$$dA_1 = \frac{dM\cos\alpha}{e^2} = 2\,\pi \sin\alpha\, d\alpha\, dh$$

gegeben ist. Die Anziehung der ganzen Schicht findet man durch Integration nach α, wodurch man

$$\int\!\!\int dA_1 = \int 2\,\pi \int_0^{\alpha} \sin\alpha\, d\alpha\, dh = \int 2\,\pi\, dh \left(1 - \sqrt{\frac{h}{2R}}\right)$$

erhält, unter R den Kugelradius verstanden. Die auf QC senkrechten Componenten der Anziehung heben sich auf, die Gesammtanziehung des Kugelabschnittes von der Höhe h ist demgemäss

$$\int dA_1 = A_1 = 2\,\pi \int_0^h \left(1 - \sqrt{\frac{h}{2R}}\right) dh = 2\,\pi h \left(1 - \frac{2}{3}\sqrt{\frac{h}{2R}}\right).$$

Der letztere Bruch ist für den uns hier beschäftigenden Fall eine so kleine Zahl, dass unbedenklich

$$A_1 = 2\,\pi h$$

gesetzt werden darf. Die Gesammtanziehung der Erde ist $A = \frac{4}{3}\pi R$, somit besteht das Verhältniss

$$\frac{A_1}{A} = \frac{6\,\pi h}{4\,\pi R} = \frac{3\,h}{2\,R}.$$

Nehmen wir für den Augenblick einmal an, Seewasser sei ganz gewichtslos, so müsste sich die Attraction der Erde auf einen der Meeresfläche angehörigen Punkt im Verhältniss $h : \frac{2}{3} R$ verkleinern. Dem ist nun freilich nicht so; bringt man aber die dem specifischen Gewichte des Salzwassers entsprechende Correctur an, so bekommt man nach William Siemens das Verminderungs-Verhältniss

$$h : \frac{579}{614} R,$$

welches von $h : R$ nur noch ganz wenig abweicht. Noch aber muss dasselbe, um ganz richtig zu werden, in dem Verhältnisse abgeändert werden, in welchem die mittlere Dichte der die Erdrinde bildenden Gesteinsarten (2,8) zu der Gesammtdichte (5,4)[1]) steht. Für die Praxis wird es sich aber natürlich empfehlen, bei dem Entwurf einer Scale sich nicht ausschliesslich auf die analytische Berechnung zu

[1]) So ist die Zahl in der erwähnten Vorlage angegeben; nach den Messungen von Reich jedoch (Neue Versuche mit der Drehwaage, Abhandl. d. k. sächs. Gesellsch. d. Wissensch., Math.-phys. Kl., 1. Band. S. 383 ff.), die wohl als die vertrauenswürdigsten angesehen werden können und mit denen auch die neuesten Versuche von Cornu und Baille nahe übereinstimmen, ist obigem Werthe die Zahl 5,6 zu substituiren.

verlassen, sondern auch Vergleiche mit wirklich ausgeführten Tieflothungen beizuziehen.

Auf solche Erwägungen gründete Siemens sein Bathometer, dessen Construction ihn seit dem Jahre 1859 beschäftigte. Den Hauptbestandtheil repräsentiren ein Stahlrohr mit schalenförmigen Erweiterungen an beiden Enden und durch eine Quecksilbersäule erfüllt. Die untere Schale ist durch ein gewelltes Stahlblech abgeschlossen, welches in seiner Mitte auf einem Zapfen sitzt, der selbst wieder in einem horizontalen Kreuze ruht; das Stahlblech selbst wird durch zwei stählerne Spiralfedern von der nämlichen Länge wie die Quecksilbersäule getragen. So ist das Instrument den Einwirkungen der Temperatur möglichst entzogen. Nun hängt man das Instrument ein wenig über seinem Schwerpunkt an einem Universalgelenk auf, welches eine verticale Richtung garantirt und veranlasst, dass bloss noch Verticalschwingungen des Quecksilbers möglich bleiben. Die Ablesung wird durch einen elektrischen Strom vermittelt, welcher zwischen dem Mittelpunkt des Stahlbleches und einer Mikrometerschraube verkehrt. Die Ganghöhe der Schraube und die Entfernung der am Rande angebrachten Theilstriche ward so gewählt, dass je ein Theil der auf einen Faden Tiefenzuwachs entfallenden Aenderung der Erd-Attraction, d. h. der Schwere, entspricht. Die variirende Dichte der Luft macht ebenso wie die geographische Breite, von welcher auf dem Geoid die Constante der Schwerkraft wesentlich abhängt, Correcturen nothwendig, indess macht sich die letztere über Binnengewässern weit fühlbarer, als über dem offenen Weltmeer. Als jüngst bei einer englischen Kabellegung eine Anzahl von Messungen sowohl mit Siemens' Tiefloth, als auch mit Thomson's „Sounding Machine“ (s. o.) angestellt wurde, ergab sich eine sehr gute Uebereinstimmung, und man constatirte die bequeme Verwendbarkeit der ersteren Methode für die Legung submariner Telegraphenleitungen.

Später hat Siemens die Frage angeregt und auch gleich ihrer Lösung entgegenzuführen gesucht, ob sich nicht auch durch die Messung der Horizontal-Attraction Anhaltspunkte zur Beurtheilung der Seetiefe gewinnen liessen. Die von uns bislang benutzte Quelle (a. a. O.) giebt darüber den folgenden Aufschluss: „Dr. C. W. Siemens zeigte ein solches Instrument mit einem auf dessen oberer Platte über einer regelmässig getheilten Scale liegenden horizontalen spiralförmigen Glasrohr vor, welches an dem einen Ende mit der oberen Kammer des Bathometers, oberhalb des Quecksilbers, in Verbindung stand, während das andere Ende offen war und der Luft freien Zutritt gestattete. Der Raum oberhalb des Quecksilbers in der oberen Kammer ist mit dem besten Oel zu füllen, welches in dem Spiralglasrohr an einer mit der Aenderung der Gesammtanziehung der Erde sich ändernden Stelle endigt und so ein Mittel zur Ablesung bietet.“ Ausführlichere Detailbeschreibungen dieses geistvoll gedachten Instrumentes, welches noch dazu den grossen Vorzug bietet, eine elektrische Contactvorrichtung entbehrlich zu machen, scheinen noch nicht in die Oeffentlichkeit gedrungen zu sein. Neuerdings hat Bruns[1]) dieser Art von Bathometern neue wichtige Aufgaben zugewiesen.

Rückblick.

Nachdem im Vorstehenden ein möglichst vollständiger Ueberblick über die Instrumente und Methoden der Seetiefenmessung gegeben worden ist, übrigt es uns

[1]) Bruns, Die Figur der Erde, Berlin 1877. S. 42.

noch, ein Schlussfacit zu ziehen. Ganz fest scheint es uns zu stehen, dass die auf den ersten Blick vielleicht am meisten bestechenden Apparate, welche auf Auslösung beruhen und den zurückgelegten Weg hodometrisch aufzeichnen sollen, am wenigsten zur wirklich exacten Forschung sich eignen. Das Lothen mit der Leine kann natürlich auf wissenschaftliche Genauigkeit keinen Anspruch machen, wohl aber bleibt dieses einfachste und naturgemässeste aller Principien völlig gewahrt bei Thomson's Stahldraht-Maschine. Diese letztere, das Wasser-Aneroid von Hopfgartner und Arzberger und endlich das genial ausgesonnene Attractions-Bathometer von Siemens scheinen uns die drei Apparate zu sein, durch deren Anwendung und eventuell durch deren weitere Vervollkommnung die Bathometrie ihrem Ideal, eine wahre Hülfsdisciplin der physikalischen Geographie zu werden, näher und näher zu kommen hoffen darf.

Zur Geschichte der Entwickelung der mechanischen Kunst.

Von
Dr. L. Loewenherz in Berlin.

III. Die Feineintheilung von Kreisen.

(Fortsetzung.)

Das einfachste, vor Graham (vgl. S. 372) übliche Verfahren zur Eintheilung von Kreisbögen mittels eines Stangenzirkels bestand, wie zwar allgemein bekannt ist, aber mit Rücksicht auf das Folgende hier wiederholt werden soll, darin, die Zirkelspitzen auf einen der Sehne des gesuchten kleinsten Kreistheils nahezu gleichkommenden Abstand einzustellen, letzteren hinreichend oft neben einander auf den zu theilenden Kreisbogen aufzutragen und seine Grösse durch fortgesetztes Probiren so abzustimmen, dass er jener Sehne genau entsprach. Dieses ursprünglichste Theilungsverfahren hat den Herzog von Chaulnes, nachdem er um 1745 zuerst das Mikrometermikroskop construirt hatte, zwanzig Jahre später zur Erfindung des Lufteintheilungsverfahrens in seiner einfachsten Gestalt geführt. Das Wesen dieses Verfahrens besteht überhaupt darin, vor dem Ziehen der definitiven Theilstriche die Eintheilung des Kreises oder Kreisbogens ohne alle auf demselben sichtbar bleibende Marken, daher „in der Luft“, durchzuführen. Chaulnes erreichte dies durch Herstellung eines optischen Stangenzirkels[1]), er ersetzte nämlich die Spitzen des gewöhnlichen Zirkels durch die Fadenkreuze zweier Mikrometermikroskope, welche er an einer mit dem zu theilenden Kreis concentrischen Alhidade in entsprechendem Abstande befestigte und verfuhr im Uebrigen ganz wie bei jener, vorher angegebenen einfachsten Zirkeltheilung. Um jedoch die Endpunkte der Zirkelstellungen auf dem Kreise ohne sichtbar bleibende Marken festzuhalten, brachte er an dem Kreis abnehmbare und verstellbare Marken an, die er so justirte, dass sie den Positionen, welche die Fadenkreuze bei fortschreitender Zirkelbewegung einnahmen, genau entsprachen.

---

[1]) Durch Versehen ist auf S. 366 und 368 die Theilung mittels eines optischen Stangenzirkels mit dem Lufteintheilungsverfahren überhaupt identificirt worden; wie aus dem Folgenden sich ergeben wird, bildet sie nur die eine, allerdings ursprünglichere und zunächst liegende Art dieses Verfahrens.



Eine andere Art des Lufteintheilungsverfahrens ist zuerst von **Reichenbach** (1800) ersonnen worden, sie hat das mit der Chaulnes'schen Methode gemein, dass auch hier auf concentrischer Alhidade ein Hülfsbogen abgesteckt und durch fortgesetztes Probiren bis zur Grösse des gesuchten kleinsten Kreistheils abgestimmt wird. Reichenbach benutzt zum Abstecken des Hülfsbogens statt der Mikroskope zwei Strichmarken oder Fühlhebelanschläge, doch kann dies noch nicht für einen charakteristischen Unterschied seiner Methode und der Chaulnes'schen gelten. Dieser Unterschied scheint vielmehr in der Art zu liegen, in welcher in beiden Fällen die Multiplication des Hülfsbogens ausgeführt wird. Vergleicht man nämlich das Chaulnes'sche Verfahren mit der gewöhnlichen Zirkeltheilung, so ist schon hier auch in Bezug auf das Abtragen des Zirkelabstandes auf den Kreis eine wesentliche Verschiedenheit zu erkennen; bei der gewöhnlichen Zirkeltheilung wird eine und dieselbe Sehne, bei der Theilung mit dem concentrisch bewegten, optischen Zirkel wird ein und derselbe Bogen wiederholt auf den zu theilenden Kreis abgetragen. In beiden Fällen erfolgt das Abtragen aber auf die Kreislinie, Reichenbach dagegen trägt die Fläche des von dem Hülfsbogen begrenzten Centriwinkels hinreichend oft neben einander in die zu theilende Kreisfläche ein. Hierzu bedient er sich eines Verfahrens, welches mit der Repetition bei geodätischen Winkelmessinstrumenten Verwandtschaft hat, er fügt nämlich eine zweite, für sich auf dem Kreis festklemmbare, concentrische Alhidade hinzu, welche derartige Einrichtungen (Strichmarken, Fühlhebel u. dgl.) trägt, dass sie auf einen der beiden Endpunkte des Hülfsbogens scharf eingestellt werden kann. Ist letzteres geschehen und wird die Alhidade sodann auf dem Kreis festgeklemmt, so fixirt sie auf diesem die augenblickliche Lage des einen Schenkels des auf die Kreisfläche wiederholt abzutragenden Centriwinkels. Man bringt hierauf in bekannter Weise diesen Winkel in seine benachbarte Stellung, d. h. seinen zweiten Schenkel in die früher fixirte, vorangegangene Lage des ersten Schenkels, und fährt so fort.

Bei dem Reichenbach'schen Verfahren fallen die an den Kreis anzusetzenden abnehmbaren Marken des Herzogs von Chaulnes oder „beweglichen Punkte", wie sie Pistor[1]) nennt, weg. Andererseits bedarf man unter allen Umständen auch bei diesem Verfahren wenigstens eines, häufig sogar zweier Mikroskope, dieselben haben nur hier einen anderen Zweck als beim optischen Stangenzirkel.[2]) Das eine Mikroskop dient zur Controle der richtigen Grösse des angenommenen Hülfsbogens, indem es bei der Multiplication des Bogens von dem einen Grenzpunkt des zu theilenden Kreisstücks bis zum anderen geführt wird und auf letzterem bei richtiger Annahme des Bogens genau einstehen muss. Ein anderes Mikroskop ist für den Fall, dass der Hülfsbogen durch zwei Strichmarken definirt wird, auf der zweiten Alhidade anzu-

[1]) C. H. Pistor: Nachricht über eine in Berlin auf Veranlassung und durch Unterstützung des hochlöblichen Handels-Ministerii erbaute Theilmaschine für Kreise nebst einer Vergleichung ihrer Theilung mit den neuerdings bekannt gewordenen Resultaten einer von dem *board of longitude* in London angestellten Untersuchung über die vor einigen Jahren dort erbaute neue Theilmaschine von Allan, Berlin 1820.

[2]) Sonderbarer Weise ist der Unterschied zwischen dem Chaulnes'schen und dem Reichenbach'schen Verfahren selbst von sachverständigen Seiten häufig übersehen worden. U. a. erklärt Behrnauer, ein in Theilungen wohl erfahrener, hoher technischer Beamter, in Gilbert's Annalen (Bd. 68, 1821, S. 417) Reichenbach's Methode für „völlig gleich" mit Kater's Verfahren und demzufolge für „im Wesentlichen identisch mit des Herzog von Chaulnes Methode."

bringen, es dient dann dazu, eine dieser Strichmarken mit der auf der zweiten Alhidade vorgesehenen Marke zur Coincidenz zu bringen. Uebrigens ist Reichenbach's Art der Multiplication des Hülfsbogens auch bei der Theilung mittels optischen Stangenzirkels anwendbar, nur scheint eine solche Combination bis jetzt niemals zur Ausführung gelangt zu sein, obwohl die feststellbare zweite Alhidade gegenüber den „beweglichen Punkten" auch hier mancherlei Vortheile bieten dürfte.

Die vorausgeschickten allgemeinen Erörterungen über die verschiedenen Arten des Lufteintheilungsverfahrens mögen nunmehr an den einzelnen Ausführungen, welche diese wichtigste Methode zur Theilung von Kreisen erfahren hat, näher nachgewiesen werden. Wie schon erwähnt, ist die Theilung mittels optischer Stangenzirkel zuerst (1765) durch den Herzog von Chaulnes angegeben worden, Kater hat sie (1814) weiter ausgebildet, nachdem bereits vorher Ed. Troughton, sowie Lax nach ähnlichen Methoden die Untersuchung fertiger Theilungen ausgeführt und im Jahre 1809 bekannt gemacht hatten. Pistor hat vor 1819 ebenfalls nach dem Chaulnes'schen Verfahren getheilt, doch nähere Einzelheiten darüber nicht mitgetheilt. Von späteren Anwendungen des Chaulnes'schen Kreistheilungsverfahrens habe ich nur noch die der rühmlichst bekannten *Société genevoise pour la construction d'instruments de Physique* (Genfer Gesellschaft für Herstellung physikalicher Instrumente) in Erfahrung gebracht, welche die Güte hatte, mir über ihre 1864 begonnene und kürzlich vollendete Theilmaschine einige Mittheilungen zuzusenden. — Die Hauptprincipien des Reichenbach'schen Verfahrens sind nach Angabe des Erfinders im Jahre 1800 ersonnen worden, das Verfahren gelangte zuerst in den Jahren 1802 bis 1803 zur Ausführung; auf ganz dieselben Principien verfiel etwa um 1814 ein Mechaniker Treviranus in Bremen, der, obwohl ein früherer Gehülfe Reichenbach's, dessen Verfahren zur Herstellung einer Originaltheilung nicht gekannt zu haben angiebt. Endlich hat noch Oertling um 1840 die Reichenbach'sche Methode in einer recht bequemen Anordnung zur Theilung des Mutterkreises seiner Theilmaschine angewandt.

Der Herzog von Chaulnes[1]) beschreibt das von ihm zur schliesslichen Eintheilung des bereits auf Seite 369 erwähnten Halbkreises von 1 par. Fuss Radius angewendete Verfahren etwa in folgender Weise: Ueber den Halbkreis konnte eine mit diesem concentrische, sektorförmige Alhidade, die sich etwa über 50° ausdehnte, mittels einer in den gezahnten Rand des Halbkreises eingreifenden Schraube fortbewegt werden. Die Zahl der Umdrehungen dieses Mikrometers (von einer bestimmten Anfangsstellung an auf einem Index gemessen), welche nöthig war, um die eine Kante der Alhidade bis zu irgend einer Stelle der Theilscheibe zu führen, diente zur genauen Fixirung dieser Stelle. Mittels Wachs wurden nun an der Alhidade ein Mikroskop mit Fadenkreuz und an dem Limbus des Halbkreises zwei quadratische Kupferplättchen von genau gleicher Dicke und etwa 3 par. Lin. (7 mm) Seite befestigt. Die Plättchen trugen je ein Stichkreuz als Hülfsmarke und wurden so befestigt, dass die Hülfsmarken gerade an denjenigen beiden Stellen der Theilscheibe zu liegen kamen, deren Abstand nach S. 369 vorher auf optischem Wege zu 90° ermittelt war, und welchen gewisse genau bekannte Umdrehungszahlen des Mikrometers entsprachen. Zu diesem Behufe wurde das am entsprechenden Orte der Alhidade angebrachte Mikroskop über jede dieser beiden Stellen gebracht und mit Hülfe eines

[1]) Mémoires de l'Académie Royale des Sciences, année 1765. S. 419.

die Plättchen umschliessenden, kleinen Schlüssels die Lage der letzteren so justirt, dass das Fadenkreuz auf dem Strichkreuz scharf einstand. Hierauf wurde ein drittes Plättchen von derselben Beschaffenheit, wie die beiden anderen, in dem ungefähren Abstand eines halben rechten Winkels von den anderen Hülfsmarken, an dem Limbus sowie ein zweites Mikroskop gerade über der dritten Marke an der Alhidade befestigt, nachdem letztere so eingestellt war, dass das erste Mikroskop eine der ersten beiden Marken pointirte. Bewegte man alsdann die Alhidade so weit, dass das erste Mikroskop über der mittleren Marke einstand, so musste das zweite Mikroskop entweder genau über einer Endmarke angelangt sein, oder es war eine entsprechende Verstellung der Mittelmarke erforderlich. War endlich die richtige Lage dieser Marke durch fortgesetztes Probiren aufgefunden, so wurde die Zahl der Umdrehungen des Schraubenmikrometers abgelesen, welche nöthig war, um die Alhidade mit dem ersten Mikroskop über die Mittelmarke zu führen. Bevor man die Eintheilung fortsetzte, wurden die drei Hülfsmarken entfernt und hierauf mit dem auf die Alhidade an der Stelle des ersten Mikroskops aufgesetzten Reisserwerk die Theilstriche für 0°, 45° und 90° entsprechend den Mikrometerwerthen, welche als ihnen zugehörig ermittelt waren, auf dem Theilkreis gezogen.

In ganz ähnlicher Weise wurde der rechte Winkel in Intervalle von je 10°, sowie von je 9° eingetheilt. Für die weiteren Arbeiten musste das Verfahren eine Aenderung erleiden, da die beiden Mikroskope nur bis zu einem Bogen von 4 bis 5° einander genähert werden konnten. Die Mikroskope wurden deshalb in einem Abstand von genau 10° eingestellt, und dieser Zirkelabstand wurde von den vorher ermittelten Kreisstellen 9°, 18°, 27°, 36°, 45°, 54°, 63°, 72°, 81° aus nach beiden Seiten hin so oft abgetragen, als es anging. Hierdurch wurde die Lage sämmtlicher Gradstriche festgestellt, und eine analoge Operation lieferte auch die Halbgradstriche. Die Oerter aller dieser Striche waren somit durch die ihnen entsprechenden Mikrometerwerthe gegeben und die letzteren ermöglichten es schliesslich, nach Ersetzen des ersten Mikroskops durch das Reisserwerk und nach Entfernung der benutzten Hülfsmarken, die wirklichen Theilstriche auf dem Halbkreis zu ziehen. Die Theilung sollte zuletzt noch bis auf Zehntel-Grade ausgedehnt werden; es lag nahe, für diese kleinsten Unterabtheilungen den Abstand zweier parallelen Fäden eines einzigen Mikroskops, eines festen und eines beweglichen Fadens, als Zirkelabstand zu verwerthen. Derselbe musste ganz ebenso, wie der Abstand zweier Mikroskope, durch fortgesetztes Probiren auf seinen richtigen Werth, also hier auf einen Zehntel-Grad, abgestimmt werden, aber hierzu liessen sich die Plättchen mit Hülfsmarken, ihres verhältnissmässig grossen Umfanges wegen, nicht mehr verwenden. Um sich nun andere Hülfsmarken für die jedesmalige Lage der Zirkelenden, der beiden Fäden, zu verschaffen, verfiel der Herzog von Chaulnes auf den Gedanken, einen feinen Puderstaub auf die Theilscheibe auszustreuen, und einzelne dieser Stäubchen als Marken zu benutzen; er fand stets einige Stäubchen in geeigneter Lage vor und giebt an, dass dieselben, durch das Mikroskop vergrössert, sich mit hinreichender Sicherheit festhalten liessen.

Der Herzog von Chaulnes will mit dem eben dargelegten Verfahren eine Theilung erhalten haben, deren Fehler 2 Secunden nirgends überstiegen. Selbst wenn er wirklich eine so weitgehende Genauigkeit erreicht haben sollte, so ist doch die Ausführung, die er gewählt hat, nur als primitiv zu bezeichnen. Die

mangelhafte Justirungsfähigkeit seiner Kupferplättchen, die Wahl von leicht verschiebbaren Stäubchen als Hülfsmarken für die Herstellung der Unterabtheilungen, die Befestigung der Mikroskope, sowie des noch dazu im Verlaufe der Theiloperationen abzunehmenden Reisserwerkes, endlich die Art der Fixirung der Theilstrichörter konnten den bei weiterer Vervollkommnung der Instrumente an ein gutes Eintheilungsverfahren zu stellenden Anforderungen nicht mehr genügen. Capt. Henry Kater hat nun die Chaulnes'sche Methode einer gründlichen Neubearbeitung unterzogen[1]) und allen angeführten Bedenken Rechnung getragen. Er hat für vollkommen und leicht justirbare Hülfsmarken Sorge getragen und gezeigt, wie dieselben zur Herstellung auch der kleinsten Unterabtheilungen benutzt werden können, er hat die Mikroskope in justirfähiger Weise befestigt, dem Reisserwerk eine unveränderliche Stellung gegeben und endlich durch Hinzufügung eines dritten mit dem Reisserwerk fest verbundenen Mikroskops Sicherheit dafür geschaffen, dass die wirklich gezogenen Theilstriche an ihre richtigen vorher ermittelten Oerter zu liegen kommen.

Fig. 4 giebt eine perspectivische Ansicht der von Kater an dem zu theilenden Vollkreis angebrachten Hülfsmarken, deren er nur zwei unbedingt nöthig hat. Ein bügelartiger Support, dessen plattenförmiges Obertheil auf der Kreisfläche aufliegt und durch die Schraube *s* an derselben festgeklemmt wird, trägt einen mittels der Schraube *T* zu bewegenden Schlitten, und in diesem ist die Bahn für einen zweiten rechtwinklig zum ersten liegenden und mittels der Schraube *S* verschiebbaren Schlitten vorgesehen. An letzterem ist die dünne und schmale Zunge *D* angebracht, welche die eigentliche Marke trägt. Die innere Fläche des Bügels, welche sich gegen den Kreis anlegt, ist so gestaltet, dass die Zunge *D* möglichst genau in die Richtung des Radius zu liegen kommt. Durch Hülfe der Schrauben *T* und *S* kann dann die Marke auf der Oberfläche des Limbus vom Centrum entfernt und ihm genähert, sowie in tangentialer Richtung verschoben werden. Als Marke nahm Kater zuerst einen Punkt, später ein Strichkreuz (*D'*), die Striche des letzteren wurden erst aufgerissen, nachdem der Bügel auf den Kreis aufgeschoben war, um ihnen die nothwendige radiale, bezw. concentrische Lage zu sichern. Als Träger für die Mikroskope und das Reisserwerk wählte Kater ein mit dem Theilkreis concentrisches, aber im Uebrigen von demselben durchaus unabhängiges starkes Bogenstück (Fig. 5) von etwa 120° Erstreckung und etwas grösserem Radius, als der des Kreises. Dieser Bogen wird mit dem Stativ des ganzen Instruments so verbunden, dass er während der ganzen Theilarbeiten eine unveränderliche, feste Lage behält. Die beiden als Zirkelenden zu benutzenden Mikrometermikroskope *A* und *B* werden ebenfalls von bügelförmigen Supporten getragen, die auf dem Bogenstück verschoben und an jeder Stelle des letzteren festgestellt werden können; Schlittenvorrichtungen gestatten die Mikroskope in radialer Richtung zu verstellen.

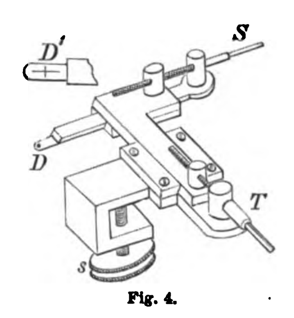


Fig. 4.

[1]) Philos. Transactions for 1814, S. 419 u. f. An improved method of dividing astronomical circles and other instruments. By Capt. Henry Kater. Communicated by Thomas Young. Read May 5, 1814.

Das dritte Mikroskop C, das nur ein festes Fadenkreuz enthält, sowie der Reisser sind an der starken Messingplatte L angebracht, welche nach richtiger Einstellung durch zwei Schrauben an dem Bogenstück befestigt wird. Fig. 6 u. 7 sollen die Einrichtung des Reisserwerkes ungefähr andeuten, der Rahmen M, der aufgeklappt, aber nur zur Hälfte in Fig. 7 dargestellt wird, ist mittels zweier Schrauben an die

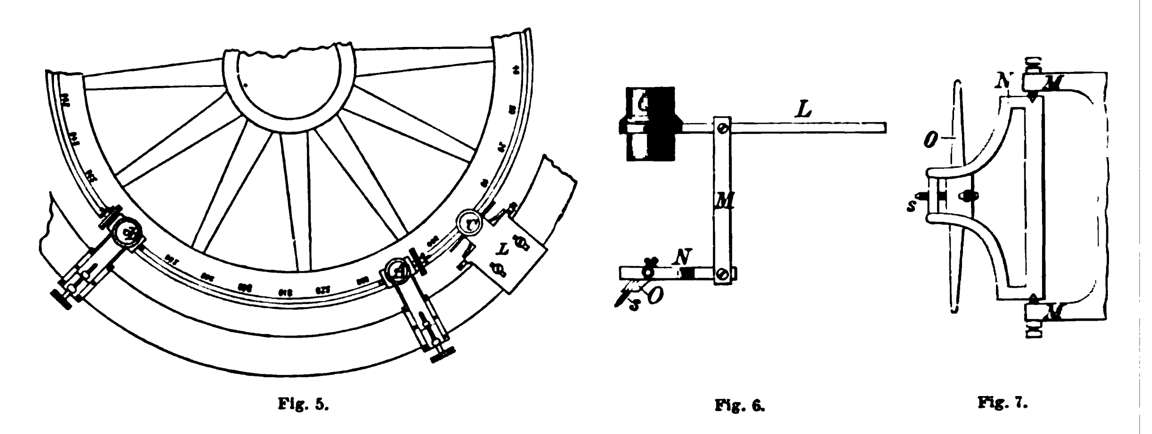


Fig. 5. Fig. 6. Fig. 7.

Platte L drehbar angehängt und trägt mittels zweier anderer Schrauben den Bügel N. Dieser schliesst ein starkes und breites Zwischenstück ein, durch welches der Reisser s hindurchgesteckt ist. Die Bewegung des letzteren wird durch die Handgriffe O vermittelt. Kater schlägt indessen vor, noch ein Universalgelenk zwischenzuschalten, um die Unsicherheit, welche die unbeweglichen Griffe beim Ziehen der Striche veranlassen könnten, wegzuschaffen.

Für die Eintheilung des Kreises wurde nun damit begonnen, diejenigen beiden concentrischen Kreise auf dem Limbus einzureissen, welche die Theilstriche begrenzen sollten. Dies geschah mit einer feststehenden Spitze, welche an den Limbus angedrückt wurde, während man den Theilkreis um seine Axe drehte. Hierauf wurde, nach Festklemmen des Kreises am Stativ, auf diesem eine vom äusseren Grenzkreis bis zur Kante des Limbus reichende Linie eingerissen, welche wir als Controllinie bezeichnen wollen; das Mikroskop C wurde scharf auf diese Linie eingestellt. Nunmehr sollte der Kreis zuvörderst in fünf gleiche Theile getheilt werden, man befestigte deshalb das Mikroskop A so nahe als möglich an C und das Mikroskop B in dem Abstand von ungefähr 72° zu A. Sodann wurde, nachdem eine der beiden Hülfsmarken am Limbus so befestigt worden, dass ihr Strichkreuz von dem Fadenkreuz des Mikroskops A gedeckt wurde, der Kreis unter Zuhülfenahme seiner Feinstellung soweit gedreht, bis die Hülfsmarke unter das Mikroskop B gelangte; stand dieses nicht ebenfalls scharf über dem Strichkreuz, so musste sein Support entsprechend verändert werden, bis der Abstand der Fadenkreuze beider Mikroskope A und B vom Kreiscentrum gleich gross war. War dies erreicht, so wurde der Kreis wiederum so weit zurückgedreht, bis die Controllinie gerade unter das Mikroskop C gelangte. Hierauf wurde die zweite Hülfsmarke durch entsprechende Benutzung ihrer Stellschrauben genau unter B befestigt[1]) und nun der

[1]) Die Anbringung der zweiten Hülfsmarke unter B hätte im Anfang der Operation wohl auch unterbleiben können, da sie zur Controle unnöthig erscheint.

Kreis so weit gedreht, bis die erste Marke, die vorher unter *A* stand, unter *B* gelangte; der Kreis wurde festgestellt und die zweite Hülfsmarke, welche jetzt links von *B* lag, abgenommen und unter *A* angebracht. Man fuhr in dieser Weise fort, bis zuletzt die Controllinie wieder im Fadenkreuz des Mikroskops einstand. War dies nicht der Fall, so wurde der Abstand von *A* und *B* verändert und die Lufteintheilung von Neuem vorgenommen. Hatten die beiden Mikroskope schliesslich den genauen Abstand von 72° erreicht, so schritt man zum Ziehen der Theilstriche, indem man die ganze Operation wiederholte. Der Nullstrich wurde gezogen, während die Controllinie unter *C*, sowie die beiden Hülfsmarken unter *A* und *B* scharf einstanden; die anderen Striche wurden gezogen, nachdem man die Lage der Hülfsmarken am Kreise entsprechend geändert hatte.

In ähnlicher Weise wurde jeder Bogen von 72° in drei Theile und jeder dieser Theilbögen wiederum in drei Theile zerlegt. Eine weitere directe Theilung der Bögen von 8° war nicht ausführbar, weil die Mikroskope einander nicht weiter genähert werden konnten, deshalb wurden die Bögen von 24° noch halbirt und damit Theile von 12° erhalten, welche zusammen mit den 8°-Intervallen Bögen von 4° lieferten. Durch in dieser Art fortgesetzte Bisectionen erhielt man schliesslich Intervalle von 30 Minuten.

Um aber die Theilung noch bis zu 10 Minuten-Intervallen auszudehnen, schlug Kater folgenden sinnreichen Weg ein: Er brachte wiederum die Controllinie unter das Mikroskop *C*, setzte sodann die Mikroskope *A* und *B* über zwei etwa um 10° von einander entfernte Theilstriche und vergrösserte nun ihren Abstand dadurch, dass er das Fadenkreuz von *A* mittels seiner Mikrometerschraube um den ungefähren Betrag eines 10 Minuten-Intervalles verschob. Hierauf brachte er eine Hülfsmarke unter *A* und drehte den Kreis, bis die Marke unter *B* stand, die zweite Marke wurde hierauf unter *A* gebracht und der Kreis aufs Neue gedreht, bis diese Marke unter *B* gelangte. Nunmehr musste *A* auf einem 30 Minuten-Theilstrich einstehen, wenn bei der vorangegangenen Verstellung des Fadenkreuzes von *A* der beabsichtigte Werth von 10 Minuten genau erreicht worden war. Anderenfalls war eine Verbesserung und eine Wiederholung der Lufttheilung erforderlich. Es leuchtet ein, dass dieses Verfahren bis zu beliebig kleinen Unterabtheilungen ausgedehnt werden kann.

Ueber Pistor's Ausführung der Theilung, bei welcher an der soliden Unterlage der Maschine „Mikroskope und bewegliche Punkte“ so befestigt wurden, „dass sie während der Beobachtung ihre respectiven Lagen gegen einander nicht ändern“[1]), sind, wie schon vorher erwähnt, nähere Daten nicht bekannt geworden.

Die Société genevoise hat das Chaulnes'sche Verfahren nur zur Theilung des Kreises in die ersten 32 Theile benutzt und für die weitergehende Eintheilung ein anderes eigenartiges Verfahren in Anwendung gebracht, wie in einem der nächsten Hefte dieser Zeitschrift näher nachzulesen sein wird. Als Hülfsmarken hat sie bei der Lufteintheilung Glasplatten benutzt, welche die Beobachtung der Strichkreuze im durchfallenden Licht erlaubten.

Für die Untersuchung fertiger Kreistheilungen lag die Anwendung eines der Chaulnes'schen Theilmethode analogen Verfahrens sehr nahe. Edward

---

[1]) a. a. O. S. 1.

Troughton scheint ein solches zuerst veröffentlicht zu haben[1]). Er hat mit dem Stativ seines fest montirten, in 256 Intervalle getheilten Kreises zwei Mikroskope verbunden, welche nahezu im Durchmesser einander gegenüber standen. Das Fadenkreuz des einen Mikroskops wurde auf den 0°-Strich, das des anderen auf den 180°-Strich eingestellt und nunmehr der Kreis so weit gedreht, bis das zweite Mikroskop auf den 0°-Strich einstand. Wurde dann der 180°-Strich nicht gleichzeitig vom Fadenkreuz des anderen Mikroskops gedeckt, so wurde der Fehler dieses Striches durch mikrometrische Verrückung des Fadenkreuzes ermittelt, (er ist halb so gross als der Winkelwerth dieser Verrückung). Soweit dürfte Troughton nur das wiederholt haben, was wohl schon nahezu 20 Jahre vor ihm bekannt war, so lange nämlich, als überhaupt astronomische Instrumente mit Vollkreisen und zwei einander gegenüberstehenden Ablesungsmikroskopen im Gebrauch waren. Troughton hat das Verfahren dahin ausgedehnt, dass er nach Ermittelung des Fehlers für den 180°-Strich das eine Mikroskop um 90° verstellte, nunmehr die relativen Fehler der Striche 90° und 270° zum 0-Strich und 180-Strich aufsuchte und in dieser Weise unter fortwährender Halbirung des Bogenabstandes beider Mikroskope fortfuhr, bis er die relativen Fehler eines jeden der 256 Theilstriche zu zwei anderen Strichen ermittelt hatte, deren Fehleruntersuchung vorausgegangen war.

Troughton giebt auch eine einfache Methode an, um aus den relativen Fehlern der Theilstriche ihre absoluten abzuleiten.

Kurze Zeit nach Troughton's Veröffentlichung wurde ein Schreiben des Professors William Lax bekannt gemacht, welches für die Untersuchung einer fertigen Kreistheilung ähnliche und sogar noch weiter durchgebildete Vorschläge enthält[2]). Lax umgiebt, ganz wie nach ihm Kater, die zu untersuchenden Kreise mit einem concentrischen Bogenstück, auf welchem ein Hülfsmikroskop mit beweglichem Faden verschoben werden kann. Dasselbe ist unter 30° geneigt, so dass es auf den nämlichen Theilstrich eingestellt werden kann, wie eines der beiden Ablesungsmikroskope des Theilkreises. Eines der letzteren und das Hülfsmikroskop bilden bei Lax's Verfahren die Enden des optischen Stangenzirkels, deren Abstand bis auf 10 Minuten-Bögen und noch weiter verringert werden kann. Lax stellt das Ablesungsmikroskop auf den Nullstrich ein, nimmt irgend einen in 360° theilbaren Bogen in seinen Zirkel und vergleicht durch Drehen des Kreises und Einstellung der beiden Mikroskopmikrometer die übrigen aneinander stossenden Bögen gleichen Sollwerths mit dem ersten. Er leitet hieraus unmittelbar die absoluten Fehler der bezüglichen Theilstriche ab. Nachdem dies der Reihe nach mit den Bögen 180°, 90°, 60°, 30°, 15° und 5° geschehen, wurden in jedem 15°-Bogen die übrigen vier 3°-Bögen mit dem ersten verglichen und in derselben Weise wurde zu den 1°-, sowie den 10 Minuten-Bögen fortgeschritten.

---

[1]) Philos. Transactions for 1809 S. 120. Nach Karsten, (Maass und Messen S. 525) hat Shuckburgh schon in den Philos. Trans. for 1793. S. 93 eine Methode zur Prüfung der Fehler einer Kreistheilung angegeben, die aber nicht hierher zu gehören scheint; doch kenne ich Sh.'s Aufsatz bis jetzt nicht, da ich den bezügl. Band zufällig noch nicht einsehen konnte.

[2]) Philos. Transactions for 1809, S. 232. On a method of examining the divisions of astronomical instruments. By the Rev. William Lax, Professor of Astronomy in the University of Cambridge. In a letter to the Rev. Dr. Maskelyne, Astronomer Royal. Read June 1, 1809.

Der Brief trägt das Datum des 27. Aug. 1808.

Die Untersuchung fertiger Kreistheilungen ist später vorzugsweise durch Bessel vervollkommnet worden. Vgl. G. Karsten, Einleitung in die Physik, Kap. III. Vom Maass und Messen, S. 523, wo die spätere Litteratur angegeben wird.

Reichenbach hat über die Ausführung der Muttertheilung seiner Theilmaschine nicht viel mehr als das derselben zu Grunde liegende Princip bekannt gemacht[1]) und auch dies erst, nachdem einer seiner früheren Mitarbeiter Jos. Liebherr die Erfindung des Verfahrens für sich in Anspruch nehmen wollte[2]). Das von dem damaligen Lieutenant Reichenbach im Feldquartier zu Cham im Jahre 1800

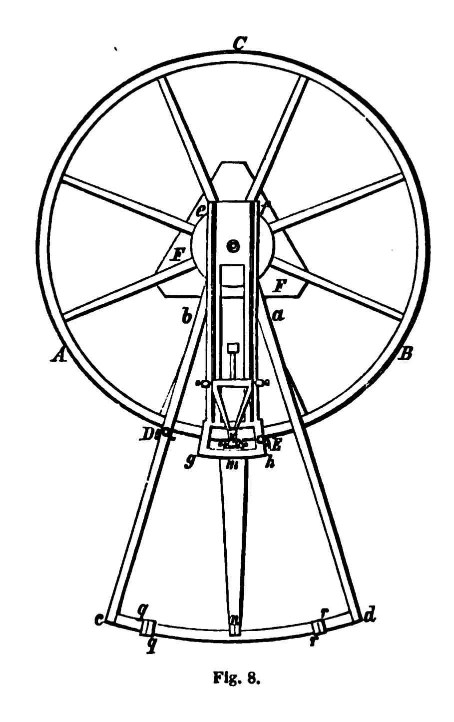


Fig. 8.

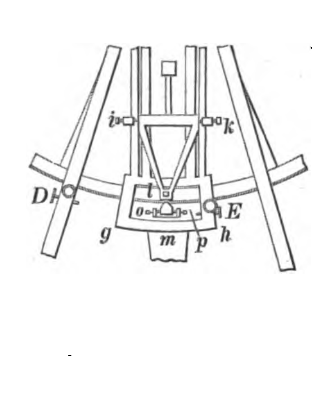


Fig. 8a.

ersonnene Grundprincip ist etwa folgendes: Der zu theilende Kreis *ABC* (Fig. 8) ist horizontal und um seine Axe drehbar aufgestellt. Um dieselbe Axe können die beiden Alhidaden *a b c d* und *e f h n g* unabhängig von einander sowie vom Kreise bewegt werden. Die untere Alhidade *a b c d* trägt zwei Schieber *q q* und *rr*, welche auf dem Bogen *c d* verschoben und in dem gewünschten Zirkelabstand fest eingestellt werden können; die Strichmarken der Schieber werden durch zarte auf eingelegten Silberplättchen eingerissene Linien gebildet. Auf der oberen Alhidade *efhng* befinden sich der Reisser *i k l* (Fig. 8*a*), sowie innerhalb des Bogens *g h* eine nach dem Kreiscentrum hin schneidenartig zugeschliffene Lamelle *o p*, welche zwischen

---

[1]) Gilbert's Annalen Bd. 68, S. 33 u. f. (1821).

[2]) Gilbert's Annalen, Bd. 65, S. 329, Bd. 67, S. 109 und Bd. 69, S. 320. Liebherr wollte das Verfahren im Jahre 1794 für die Herstellung eines Räderschneidzeugs ersonnen haben; Reichenbach hat die Grundlosigkeit seiner Ansprüche überzeugend nachgewiesen.

zwei Schraubenspitzen beweglich ist, und welche, wenn sie auf den Limbus niedergelegt wird, sich mit diesem in einer Ebene befindet. Der Schnabel *m n* läuft bei *n* ebenfalls in eine schneidenartig zugeschliffene Lamelle aus, auf der ein zarter Strich gezogen ist. Die Striche der Schieber *q* und *r* liegen mit der unteren Fläche der Lamelle *n* in einer Ebene. Sowohl die Lamelle *o p* als das Schnabelende *n* sind mit je einem Mikroskop fest verbunden. Jede der beiden Alhidaden besitzt eine besondere mit Feinschraube verbundene Hemmung am Kreise, *D* bezw. *E*.

Man fängt damit an, die obere Alhidade auf irgend einer Stelle des Kreises *ABC* festzuklemmen und nach Zurücklegung der Lamelle *o p* mit dem Reisser auf dem Limbus einen Strich aufzureissen; die Lamelle *o p* wird dann auf den Limbus niedergelegt und auf ihr bis zu ihrer Schneide hin ebenfalls ein Strich gemacht. Der Strich der auf den Limbus niedergelegten Lamelle *o p* zeigt nunmehr, so lange der Reisser unverändert bleibt, stets den Punkt an, wo die Spitze des Stichels den Limbus trifft.

Das Verfahren zur Multiplication des durch die Striche auf *q* und *r* definirten Centriwinkels ergiebt sich aus den Darlegungen auf S. 448: Ohne Aenderung der festgeklemmten oberen Alhidade, wird die untere Alhidade *a b c d* nach der Seite gerückt, bis der Strich von *r* nahezu unter den Strich des Schnabels *n* zu stehen kommt. Man befestigt dann *a b c d* mittels der Hemmung *D* und stellt mit Hülfe der zugehörigen Feinschraube die beiden Striche auf *n* und *r* genau ein. Hierauf löst man wiederum die obere Alhidade *e f h n g*, rückt sie zur Seite, bis der Strich von *n* bis nahezu über den Strich von *q* zu stehen kommt, klemmt *e f h n g* mittels der Hemmung *E* und stellt mit Hülfe der zugehörigen Feinschraube den Strich von *n* scharf auf den Strich von *q* ein.

So geht die Operation wechselweise, einmal mit der unteren und dann mit der oberen Alhidade schrittweise auf dem Kreise fort (indem man die ganze Maschine nach jedem Schritt sanft herumdreht, um stets gleiche Beleuchtung zum Ablesen zu haben), bis der Umfang ganz durchlaufen ist. Die etwa erforderlichen Veränderungen des Abstandes der beiden Schieber geschehen mittels eigener Mikrometerschrauben. Ist endlich dieser Abstand so abgestimmt, dass der Strich auf der Lamelle *o p* mit dem ersten Theilstrich auf dem Limbus sowohl am Anfang als am Ende der Operation genau zusammentrifft, so wird die Lamelle *o p* zurückgelegt und nunmehr die Multiplication des Winkels *q r* noch einmal wiederholt, zugleich aber bei jedem Schritt ein Theilstrich auf den Limbus eingerissen. Zuerst hat R. den Kreis in 20 Theile zerlegt und hierauf nach derselben Methode noch kleinere Unterabtheilungen aufgesucht.

Reichenbach hat den Radius der Zirkelalhidade ursprünglich doppelt so gross gedacht als den des Kreises, um eine grössere Genauigkeit zu erzielen. Die hierbei durch Verbiegungen, verschiedene Ausdehnungen u. s. w. entstandenen Fehler zwangen ihn aber, seine Absicht aufzugeben und beide Radien nahe gleich gross zu wählen. „Um den dadurch verlorenen Vortheil der Verkleinerung der Sehefehler wieder zu ersetzen“, verfiel er endlich auf den Gedanken, „die Schritte der Alhidaden mittels zusammengesetzter Fühlhebel, anstatt durch die Einstellung von Linien, zu begrenzen.“

Die Genauigkeit seiner Theilungen fixirt Reichenbach dahin, „dass kein Theilstrich um eine Viertelsecunde fehlt.“

Kurze Zeit nach dem Bekanntwerden von Reichenbach's Mittheilung hat der

Mechaniker L. G. Treviranus in Bremen ein angeblich 7 Jahre vorher selbständig erfundenes Verfahren zur Theilung von Kreisen veröffentlicht[1]), welches aber als durchaus identisch mit Reichenbach's Methode anzusehen ist. T. hat nur beiden Alhidaden den Radius des zu theilenden Kreises gegeben und auch die obere Alhidade sectorartig gestaltet, so dass der Strich *n* (Fig. 8) nicht mehr in die Verlängerung des Controlstriches *o p*, sondern seitwärts davon in denselben Abstand vom Kreiscentrum zu liegen kommt; ferner hat er auch die Schieber *q* und *r* sowie das Schnabelende *n* durch schneidenartig zugeschärfte und um je zwei Spitzen drehbare Lamellen ersetzt. Er hat also Nichts weiter gethan, als Reichenbach'sche Einrichtungen in etwas veränderter Zusammenstellung angewandt. Man kann gleichwohl seiner Erklärung Glauben schenken, dass er die eigentliche Theilmethode nicht von Reichenbach erfahren hat, zumal er zugiebt, die Einrichtung von R.'s Theilmaschine sowie R.'s oberer Alhidade in dessen Werkstatt, in der er selbst längere Zeit thätig war, kennen gelernt zu haben.

Zu erwähnen sind die Metallthermometer („Pyrometer"), welche Treviranus benutzt; über die grösste Sehne jeder Alhidade erstreckt sich eine Eisenstange, deren eines Ende befestigt ist und deren anderes auf einen Fühlhebel einwirkt.

Oertling hat Reichenbach's Andeutungen über die Benutzung von Fühlhebeln

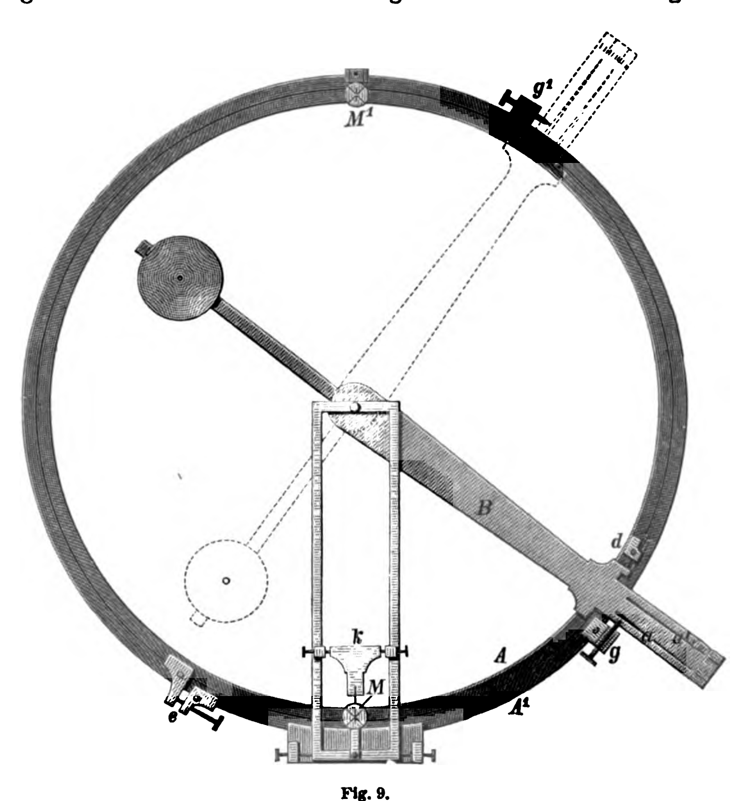


Fig. 9.

zur Markirung des Zirkelabstandes aufgenommen und zugleich Reisserwerk sowie Controlmikroskop mit der unabänderlich festgestellten Zirkelalhidade verbunden,

[1]) Gilberts Annalen Bd. 69 S. 307 (1821).

wodurch es ihm gelang, dem R.'schen Theilverfahren eine sehr bequeme Anordnung zu geben[1]). Als Zirkelalhidade benutzt er einen feststehenden, mit dem Stativ seiner Maschine verbundenen und unterhalb des zu theilenden Kreises A (Fig. 9) liegenden Kreis A^1, welcher der Deutlichkeit wegen hier etwas grösser als A gezeichnet ist. An beliebigen Stellen des Kreises A^1 lassen sich zwei Mikrometerschrauben g und g^1 ansetzen, deren abgerundete Spitzen die Anschläge für die auf der Alhidade B befindlichen zwei Fühlhebel a und a^1 bilden. Mit A^1 ist das Mikroskop M fest verbunden, welches genau über dem Stichel k des Reisserwerks einsteht. Die Alhidade B kann mittels der Klemmung d an jeder beliebigen Stelle des zu theilenden Kreises A befestigt und durch eine Feinschraube bis zu einer gewissen Grenze geführt werden. Eine zweite Klemmung e mit Feinschraube dient dazu, den beweglichen Kreis A mit dem festen Kreis A^1 zu verbinden und gegen den letzteren fein zu verstellen.

Auch hier wird die Eintheilung damit begonnen, dass man auf den vorher an A^1 festgeklemmten Kreis A einen Anfangsstrich einreisst und das Mikroskop M so einstellt, dass sein Fadenkreuz diesen Strich genau deckt. Oertling hat zuerst den ganzen Kreis in zwei gleiche Theile zerlegt, diese Theile wiederum halbirt und das Halbiren noch einmal wiederholt, hierauf jeden der 8 Theile in 3 gleiche Theile, jeden der 24 wiederum in 3 und jeden der 72 Theile in 5 gleiche Theile getheilt, zuletzt jedes dieser Gradintervalle aufs Neue halbirt.

Die specielle Ausführung des Theilverfahrens ergiebt sich zwar aus den von Oertling gewählten Einrichtungen und den früheren Darlegungen, doch möchten folgende Andeutungen noch von Nutzen sein. Die beiden Anschläge g und g^1 werden annähernd in dem verlangten Zirkelabstand eingestellt und die Alhidade B mit dem Fühlhebel a gegen den Anschlag g geführt. Hierauf wird B mit dem Kreise A mittels der Klemmung d fest verbunden und mittels deren Feinstellung der Fühlhebel a auf seinen Nullpunkt gestellt[2]). Nachdem so die Alhidade B mit dem Kreis A ein Ganzes vorstellt, wird die Klemmung e gelüftet. Der frei gewordene Kreis wird nun so weit gedreht, bis der Fühlhebel a^1 gegen den Anschlag g^1 trifft; die Klemmung e wird wieder fest angezogen, so dass sie beide Kreise wieder verbindet, und mit ihrer Feinschraube wird der Kreis A, zugleich mit der noch befestigten Alhidade B, so weit geführt, bis der Fühlhebel a^1 auf seinem Nullpunkt einsteht. Der Kreis A ist dann um den durch die Anschläge g und g^1 begrenzten Centriwinkel vorwärts gedreht. Lässt man nunmehr die Stellungen aller einzelnen Theile unverändert, löst nur die Alhidade B und führt sie für sich allein auf ihre erste Stellung zurück, bis der Fühlhebel a wieder auf seinen Nullpunkt kommt, so hat man genau zu verfahren wie vorher, um den Kreis aufs Neue um den Winkel $g g^1$ vorwärts zu drehen. Hat man dieses Vorwärtsschreiten hinreichend oft wiederholt, so muss der Anfangsstrich zuletzt wieder unter dem Mikroskop M erscheinen, oder andernfalls bedarf es einer Veränderung des Abstandes $g g^1$, welche mittels der Mikrometerschrauben einer der beiden Anschläge bewirkt wird.

---

[1]) Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleisses in Preussen 1850. S. 161.

[2]) Bei der wirklichen Ausführung hat Oertling vertical stehende Fühlhebel verwandt und die langen Arme derselben vor zwei Scalen spielen lassen, welche mit Lupen abgelesen wurden; die Anschläge trafen die Hebel dicht über der Axe. In der Zeichnung sind die Hebel und Scalen nur schematisch angedeutet.

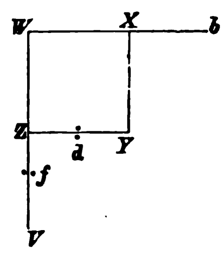
Wie vorher erwähnt wurde, hat Oertling den Kreis zuerst nur in zwei Theile zerlegt; nach Auffindung des Ortes für den 180°-Strich wurde dieser Strich wirklich gezogen und über demselben ein zweites Mikroskop M^1 angebracht. Die richtige Lage des 180°-Striches wurde sodann unter Benutzung der beiden Mikroskope als eines feststehenden Stangenzirkels noch einmal controlirt. Bei der weiteren Theilarbeit blieb M^1 an seinem Platze (vergl. Fig. 9, wo die Anschläge $g\,g^1$ auf 90° eingestellt sind), wodurch die Zahl der erforderlichen Winkelmultiplicationen sich verringerte.

Der mir diesmal zugemessene Raum gestattet es nicht, auch das Ed. Troughton'sche Theilverfahren noch zu besprechen. Die bevorstehende Publication der Société Genevoise wird mir Gelegenheit geben, dies nachzuholen und einige kritische Bemerkungen über die zweckmässigste Methode zur Herstellung von Originalkreistheilungen hinzuzufügen.

Apparat für mikroskopische geometrische Zeichnungen.

Von
Dr. F. Hilgendorf in Berlin.

Der Apparat besteht wesentlich in einem Storchschnabel (Pantograph), an dem statt des gewöhnlichen führenden Stifts ein mit einer Lupe versehenes Diopter angebracht ist.



In der beistehenden Figur bedeuten W, X, Y, Z die vier Gelenke des Storchschnabels; die Einstellungen für den festen Punkt f und das Diopter d sind hier so gewählt, wie sie für eine vierfache Vergrösserung erforderlich sein würden. Die Leisten des Apparats liegen so hoch über der Unterlage, dass das Object unter denselben Raum hat, also etwa 1 bis $1^1/_2$ cm darüber; durch Verlängerung der Axen in W und Y, des zeichnenden Bleistifts b und des Drehpfeilers in f wird dies ermöglicht. Für dickere Objecte müsste schon ein entsprechender Theil des Bodens vertieft werden, um die Festigkeit des Apparates nicht durch zu lange Axen zu gefährden. Das Diopter besteht aus einem oberen Sehloch, das ca. 20 cm über der Leiste $Z\ Y$ gelegen ist; auf der Leiste ruht die Lupe und möglichst dicht darüber das Fadenkreuz. Eine Lupe von 3 bis 4 facher Vergrösserung genügt; wichtig ist, dass dieselbe einen hinreichend tiefen Raum (etwa von 1 cm Dicke) klar durchmustern lässt, ohne dass eine Hebung oder Senkung erforderlich wird. Die Leiste $Y\ Z$ ist mit einem Schlitz versehen, durch den man den zu zeichnenden Gegenstand erblickt. Unterhalb des Punktes b ist auf der Unterlage das Zeichenpapier aufgespannt.

Um nun die Arbeit auszuführen, hat man mit dem Diopter die Contouren des Objects zu verfolgen, wobei vom ganzen Apparat nur der Punkt f unverrückbar an seiner Stelle bleibt, der Bleistift im Punkt b aber die Linien in vierfacher Vergrösserung nachzieht. Es ist praktisch, nicht am Diopter selbst die führende Hand anzulegen, sondern vielmehr an dem Stift in b, wo viel ausgiebigere Bewegungen erlaubt sind, und wo überdies die Grösse der Bewegung ungefähr den Distanzen zu entsprechen scheint, welche das Auge am vergrösserten Object wahrnimmt. Auch

ist man hier in der Lage, jederzeit nach Belieben das Blei vom Papier etwas abzuheben, wenn der Apparat Hülfsbewegungen, die keinen Contouren zugehören, ausführen muss.

Aehnliche Zwecke wie der geschilderte Apparat verfolgen einerseits die Zeichenprismen, die als mikroskopische Nebenapparate sich allgemeiner Bekanntschaft erfreuen. Sie sind zweifellos auch für geringere Vergrösserungen benutzbar; indess ist bei ihrer Anwendung der Augenpunkt stets fixirt und zugleich so nahe am Object, dass man eine Perspective erhält, die von den für genaue Vergleiche unentbehrlichen Zeichnungen mit unendlich weit entfernt gedachtem Augenpunkt, d. h. von den orthoskopischen Projectionen, sehr erheblich abweichen. Für Darstellungen ebener Objecte, z. B. Querschliffe, kommt diese Schwierigkeit zwar nicht in Betracht. Aber auch hier wirkt das Doppelsehen nach Gegenstand und Zeichenstift für das Auge viel ermüdender als die Benutzung des Lupendiopters es thun wird. — Auf der anderen Seite liefert der bekannte Lucä'sche Zeichenapparat die Möglichkeit, mit Leichtigkeit correcte geometrische Abbildungen zu erzielen; er versagt aber bei Gegenständen, die unter eine gewisse Grösse hinabsinken, z. B. Schädel kleinerer Säugethiere, Conchylien geringerer Dimensionen, Köpfe von Schlangen, Eidechsen, seinen Dienst; dieselben besitzen sämmtlich zu feines Detail für das verhältnissmässig grobe Fadenkreuz und die zeichnende Spitze des Lucä'schen Apparates, der für Menschenschädel und Gegenstände gleicher Grösse sich trefflich bewährt hat. Vielleicht vermag der hier in Vorschlag gebrachte Apparat für kleinere und halbmikroskopische Gegenstände gleich gute Dienste zu leisten.

Vereinsnachrichten.

Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik. Sitzung vom 21. November 1882. Vorsitzender Herr Doerffel.

Herr A. Benecke hält den ersten Theil seines Vortrages „Ueber die neueren Verbesserungen der astronomischen Fernröhre. Ueber denselben soll später im Zusammenhange berichtet werden.

Sr. Excellenz der Herr Minister der geistlichen etc. Angelegenheiten hat zum 30. November c. eine Sitzung anberaumt, in welcher über die Schaffung eines staatlichen Instituts zur Pflege der Präcisionsmechanik berathen werden soll, und hat die Gesellschaft aufgefordert, zu dieser Sitzung zwei Delegirte zu entsenden. Der Herr Vorsitzende macht der Gesellschaft die Mittheilung, dass der Vorstand die Herren Bamberg und Fuess zu Vertretern der Gesellschaft in dieser Angelegenheit ernannt habe. Die Gesellschaft ist hiermit einverstanden.

Zum Schluss werden zwei neue Mitglieder aufgenommen.

Sitzung vom 5. December 1882. Vorsitzender Herr Doerffel.

Herr A. Benecke beendet seinen Vortrag „Ueber die neueren Verbesserungen der astronomischen Fernröhre".

Herr Bamberg ladet die Versammlung ein, sich an der Beobachtung des Venusdurchganges zu betheiligen. Die Herren Bamberg, Faerber und Sprenger werden auf dem Kreuzberg, am Denkmal, Teleskope aufstellen. (Die Beobachtungen, zu denen sich eine Anzahl Mitglieder der Gesellschaft eingefunden hatten, haben leider unter der Ungunst äusserer Umstände zu leiden gehabt; kurz vor der ersten Berührung legte sich ein dichter Schleier über die Sonne, welchen die Instrumente nicht durchdringen konnten.)

Den Schluss der Sitzung bilden geschäftliche Verhandlungen.

Der Schriftführer: *Blankenburg.*



Neu erschienene Bücher.

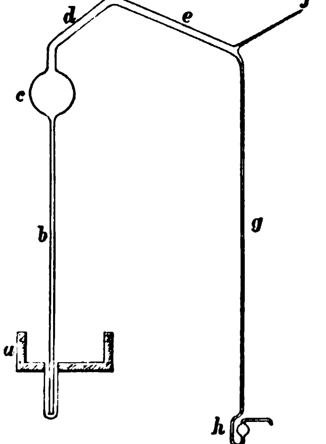
Chemiker-Kalender 1883. Herausgegeben von Dr. R. Biedermann. Mit einer Beilage. Berlin 1883. Julius Springer. Preis je nach dem Einbande M. 3,00 oder 3,50.

„Der Chemiker-Kalender", dessen vierter Jahrgang vorliegt, hat gegen früher eine etwas veränderte Form erhalten. Es erschien dem Herausgeber sowie der Verlagshandlung wünschenswerth, das bisherige starke Volumen etwas einzuschränken; es wurde eine kleinere Schrift gewählt, die indessen in Folge ihrer sehr scharfen Typen an Deutlichkeit nichts zu wünschen übrig lässt. Was den Inhalt betrifft, so haben die Tabellen entsprechend den Fortschritten des vergangenen Jahres bezügliche Verbesserungen und Erweiterungen erfahren; ein Theil der analytischen Tabellen ist neu gerechnet; die „technisch-chemischen Untersuchungen" sind durch neue Angaben bereichert worden. — Ein Theil des Inhalts hat in einer „Beilage" zum Kalender einen Platz erhalten; dieselbe enthält in 89 Tabellen wesentlich physikalische Angaben. Ref. ist überzeugt, dass der „Chemiker-Kalender" nicht nur für Chemiker und Pharmaceuten, sondern allgemeiner für Physiker, Mineralogen, Hüttenmänner, Industrielle, Mechaniker ein wichtiger Rathgeber ist, welcher das zeitraubende Nachschlagen in grösseren Handbüchern in den meisten Fällen entbehrlich machen wird.

Journal- und Patentlitteratur.

Ein Apparat für die Destillation des Quecksilbers im Vacuum.

Von Arthur W. Wright. American Journal of Science (3) XXII. S. 479.



Der beistehend skizzirte Apparat besteht im Wesentlichen aus einer doppelten Barometerröhre, wie sie schon von L. Weber (Carl's Repertorium XV, S. 52) zur Destillation des Quecksilbers verwendet worden ist, bietet jedoch zugleich auch die Vortheile des complicirteren Weinhold'schen Systems. (Ibidem XV S. 1.)

Die Röhre *b*, deren äusserer Durchmesser etwa 1 cm und deren innerer etwa 5 bis 6 mm beträgt, steht in dem mit Quecksilber zu füllenden Gefässe *a* und ist am oberen Ende zu einer ovalen Erweiterung von ungefähr 85 mm Durchmesser und 120 mm Länge aufgeblasen. Die Röhre ist einschliesslich der Erweiterung etwas länger als 760 mm und ist vermittels der knieförmig gebogenen etwa 15 mm weiten Röhre *d e* mit dem zweiten sehr engen, etwa nur 1 mm weiten Barometerrohr *g* verbunden. Die Röhre *d e* ist am Ende verengt und trägt das Ansatzrohr *f*, welches bei Beginn der Operation mit einer Luftpumpe in Verbindung gesetzt und nachher zugeschmolzen wird. Die Operation ist äusserst einfach; man füllt das zu destillirende Quecksilber in *a*, taucht das Ende der Röhre *g* in schon gereinigtes Quecksilber und pumpt bei *f* die Luft aus dem Apparate. Wenn alle Luft entfernt ist, wird *f* zugeschmolzen und das in *c* befindliche Quecksilber mittels eines Kreisbrenners erwärmt. Das Quecksilber geräth schon bei etwa 160 bis 180°, je nachdem die Evacuation mehr oder weniger vollständig gelungen ist, ins Sieden und siedet ohne zu wallen oder zu stossen ruhig fort. Die Röhre *g* ist am Ende mit einer kleinen Kugel *h* versehen, die ungefähr ebensoviel Quecksilber wie die Röhre fasst. Während der Destillation tropft aus dem Ansatzrohr an *h* das destillirte Quecksilber in ein untergesetztes Gefäss. Die nach der Destillation in dem Gefäss und der Röhre *b* zurückbleibenden Verunreinigungen kann man grösstentheils dadurch entfernen, dass man durch Senken des Gefässes *a* das Quecksilber heraustreten lässt oder auch indem man bei *f* öffnet, von Neuem füllt und auspumpt. *Wb.*

Messung der Intensität der Schwere.

Von Mascart. Compt. Rend. 95. S. 631.

In einer früheren Mittheilung hatte Mascart einen Apparat beschrieben, mit welchem er die Veränderungen der Intensität der Schwere an verschiedenen Orten der Erde messen wollte. (Vergl. diese Zeitschrift II. S. 302.) Verf. erreichte diesen Zweck durch Messung der Schwankungen einer Quecksilbersäule, welche einer bestimmten Quantität Gas bei constanter Temperatur das Gleichgewicht hält. Mit diesem Apparate hat Verf. nun kürzlich auf einer Reise nach dem Norden an mehreren Orten Versuche angestellt und zwar in Paris, Hamburg, Kopenhagen, Stockholm, Drontheim und Tromsö. Die Beobachtungen in Kopenhagen mussten jedoch ausgeschieden werden.

Die erhaltenen Resultate hat Verf. mit den aus der Theorie folgenden Werthen der Intensität der Schwere verglichen. Es ergeben sich folgende Differenzen, welche in untenstehender Tabelle vereinigt sind; es bezeichnet in derselben $\frac{dg}{g}$ den Fehler in der Bestimmung von g, dl den hieraus folgenden Fehler in der Länge des Secundenpendels und dn die Anzahl von Schwingungen, um welche das so fehlerhafte Pendel zu viel (bezw. zu wenig) schwingt.

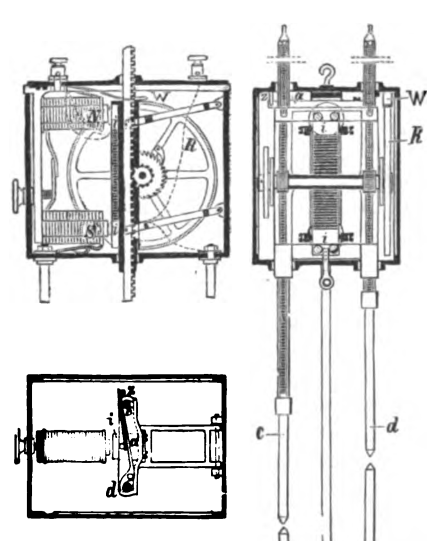
	$\frac{dg}{g}$	dl	dn
	m	m	s
Hamburg	— 0.00003	— 0.03	+ 1.2
Stockholm	— 0.00003	— 0.03	+ 1.1
Drontheim	— 0.00024	— 0.25	+ 10.6
Tromsö	— 0.00007	— 0.07	+ 3.1

Mit Ausnahme des stark fehlerhaften Werthes in Drontheim sind die Differenzen zwar nicht übermässig gross, immerhin aber gross genug, um Zweifel an der Güte des Apparates zu erregen. Verf. begegnet diesen Bedenken mit dem Bemerken, dass der in Anwendung gekommene Apparat nur roh gebaut gewesen sei und Fehler gezeigt habe, welche bei einer präcisen Ausführung leicht vermieden werden könnten. — Es wäre zu wünschen, dass Verf. seine Untersuchungen mit einem sorgfältig gebauten Apparate und an einer grösseren Anzahl von Punkten wiederholte. Sollte sich dann der Apparat bewähren, so würde er Geodäten und wissenschaftlichen Reisenden ein willkommenes Hülfsmittel werden können.

Elektrische Regulatorlampe.

Von Emil Bürgin in Basel. D. R. P. 17263 vom 14. Juli 1881. Kl. 21.

Wenn ein Strom durch die Lampe geht, so zieht der Elektromagnet NS den polarisirten Anker i an und zugleich in die Höhe. Hierdurch geräth das Bremsrad R in Berührung mit Feder w und wird dadurch am Drehen verhindert. Die Stangen d und c werden gleichfalls etwas gehoben, wodurch die Kohlen einen Abstand gewinnen. Die durch Federhebel a festgehaltene Stange d hebt ihre Kohle etwas mehr als Stange c, welche immer etwas Spiel hat, sodass der Lichtbogen sich zuerst am Kohlenpaar c bilden wird.

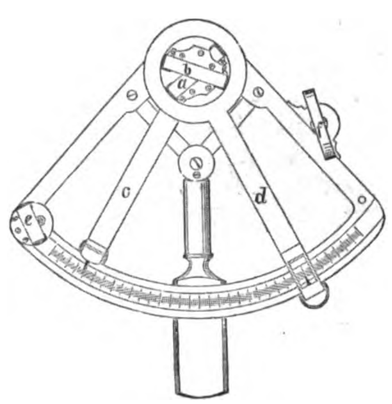


Wenn infolge der Abnutzung der Kohlen c der Abstand derselben zu gross wird, so nimmt die Stromstärke und der Magnetismus ab, der Anker senkt sich, Rad R wird frei und lässt den Kohlenhalter c sinken, bis der mit dem Strom wieder erstärkte Magnet den Anker höher hebt und hierdurch die Bremsung zwischen Rad R und Feder w wieder herbeiführt.

Wenn nach einer gewissen Zeit die Kohlen c zu kurz werden, so wird Stange c am unteren Ende ihres Weges und zwar unterhalb des Hebels a anlangen, welches sich nun gegen Stift z lehnt. Bald nachher wird die Distanz zwischen den Kohlenenden, da die obere Kohle nicht mehr nachrücken kann, so gross und der Strom so schwach, dass der Anker tief genug heruntersinkt, um Hebel a unter Stift z durchgleiten zu lassen. Hierdurch wird Stange d frei und der Bogen bildet sich zwischen diesem Kohlenpaar.

Instrument zum Doppelwinkelmessen mit dazugehörigem Stationszeiger.

Von O. von Holck in Kopenhagen. D. R. P. 18856 vom 24. Jan. 81. Kl. 42.



Das Instrument dient zum gleichzeitigen Messen zweier Winkel. Es ist nach Art eines Sextanten eingerichtet, jedoch besitzt es zwei drehbare Spiegel *a* und *b*, welche über einander angeordnet sind und von denen jeder von seiner Alhidade *c* bezw. *d* geführt wird. Ausserdem trägt es den festen Spiegel *e*, dessen oberer und unterer Theil belegt, während der mittlere Theil unbelegt ist. Infolge dessen können die in *e* von *a* und *b* aus geworfenen Spiegelbilder mittels eines durch Ring *f* gesteckten Fernrohres gleichzeitig beobachtet werden. Damit man dieselbe Scale zum Ablesen der zwei gemessenen Winkel benutzen kann, sind die Theilstriche doppelt von links nach rechts und umgekehrt, bezeichnet. Die Alhidaden können demgemäss übereinander weggehen.

Der hierzugehörige Stationszeiger besitzt Schenkel, die kürzer oder länger gemacht werden können, indem sie mit mehreren Gelenken versehen sind und sich zusammenklappen lassen.

Automatischer Gasverschluss.

Von H. Michaelis. Chemische Berichte. 15. S. 1397.

Der Apparat, welcher sich äusserlich nicht von einer gewöhnlichen Weckeruhr unterscheidet, schliesst, in die Gasleitung eingeschaltet, zu irgend einer vorherbestimmten Zeit innerhalb 12 Stunden automatisch den Gaszufluss ab und bringt dadurch die mit ihm verbundenen Gasflammen zum Erlöschen. Am Gehäuse des Apparates befinden sich zwei Schlauchspitzen, die durch Gummischläuche mit der Gasleitung verbunden werden. Sobald die von dem Weckerzeiger angezeigte Zeit erreicht ist, bewirkt die Auslösung der Weckervorrichtung eine Uebertragung der Drehung eines Rades auf einen zwischen der In- und Abströmungsröhre für das Gas angebrachten Hahn und bringt die Flammen zum Verlöschen. Der Hahn trägt ferner einen Messingarm, welcher aus einem am oberen Theile des Gehäuses befindlichen Schlitz hervorragt; durch Drehung desselben kann man unabhängig vom aufgezogenen Uhrwerk jederzeit den Gaszufluss reguliren.

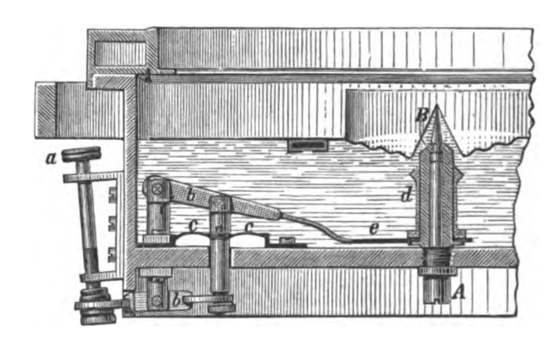
Die Verwendung des Apparates ist natürlich auch für alle anderen Gase, die Messing nicht angreifen, möglich; ebenso dürfte er zum automatischen Arretiren von Gasmotoren in einigen Fällen Anwendung finden können.

Der Apparat ist in der Uhrenfabrik von F. L. Löbner in Berlin hergestellt worden. *Wb.*

Kleinere Notizen.

Compass mit von aussen auswechselbarem Centrumstift und Plattenfeder-Arretirungsvorrichtung.

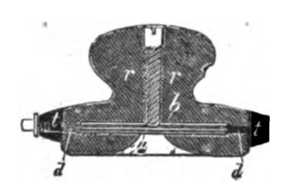
Von V. Lietzau in Danzig. D. R. P. 17806 v. 16. Sept. 1881. Kl. 42.



Die Auswechselung des Centrumstiftes *A* kann von aussen geschehen, ohne die Compassflüssigkeit ausfüllen zu müssen, da derselbe in eine Führungshülse *B* ein- und ausgeschraubt werden kann. Zur Arretirung der Compassrose, behufs Schonung des Centrumstiftes, dient die Arretirungshülse *d*, welche durch Drehen der Schraube *a* unter Vermittelung des Hebelwerkes *b b c* gehoben und wieder gesenkt werden kann. Zur Verdichtung des die Hebel *b b* verbindenden Bolzens gegen das Gehäuse dient eine elastische Plattenfeder *c*, welche den Auf- und Abbewegungen dieses Verbindungsbolzens folgen kann, ohne einen Austritt von Flüssigkeit zu gestatten.

Neuerungen an Telephonen. Von E. Dolbear in Sommerville, Mass. D. R. P. No. 18435 vom 3. April 1881. Kl. 21.

Die Erfindung bezieht sich auf die Construction eines Empfangsapparates, welcher in einer secundären Leitung in einer solchen Weise in Thätigkeit gesetzt wird, dass die Töne, welche auf einen beliebigen Uebertrager in der primären Leitung wirken, wiedergegeben werden.



Das Empfangstelephon unterscheidet sich von den bisherigen dadurch, dass zwei dünne Platten *a* und *b* nahe aneinander gebracht sind. Beide sind aus leitendem Material hergestellt und durch einen inneren ringartigen Vorsprung *d* des Umfassungsringes *t* von einander getrennt. Die Platte *a* bildet das Ende der secundären Spulenwicklung, während in der primären Wickelung derselben Spule sich Batterie und Aufgabetelephon (Mikrophon) befinden. Die Platte *b* ist durch eine Schraube *A* am Vibriren gehindert und es muss demnach die Platte *a*, wenn sie magnetisch wird, sich der Platte *b* nähern und hierdurch wird die Wiedergabe der Töne erreicht. Um die Anziehungskraft zwischen *a* und *b* zu vergrössern, ist letztere mit dem metallischen Ring *r* leitend verbunden.

Neuerungen an Thermometern. Von M. Immisch in London. D. R. P. 19785 v. 16. Juli 81. Kl. 42.

Ein Bourdon'sches Aneroid, dessen Gehäuse jedoch luftdicht verschlossen und mit dem Dampfe einer bei niedriger Temperatur siedenden Flüssigkeit gefüllt ist. Es wird somit die Spannung dieses Dampfes zur Temperaturmessung verwendet.

Für die Werkstatt.

Mitnehmerrolle für Drehstuhl- und Zapfenrollirstuhl-Einrichtungen. Allgem. Journ. d. Uhrmacherkunst. 1882. Nr. 41.

Die Mitnehmerrolle besteht im Wesentlichen aus folgenden Theilen: Die bewegliche Rolle *aa* dreht sich auf der stählernen Welle *w*; auf letztere ist die geränderte Scheibe *c* geschlagen, um das Ganze leicht auf der Gegenspitze *m* vor- und zurückschrauben zu können. Die schmale Feder *u* legt sich mit ihren beiden Enden in kleine Lücken am Umfange der Scheibe *c* und dient zur strengen Führung der Welle *w* auf dem Gewinde *m*.

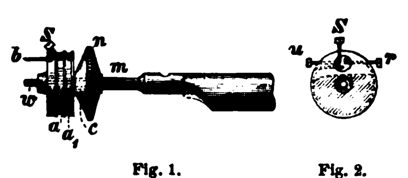


Fig. 1. Fig. 2.

Die Rolle gestattet eine leichte Verstellbarkeit der Klammer oder Gabel *b*; dieselbe kann durch die Schrauben *u* und *r* enger und weiter und durch Schraube *s* auf- und niedergestellt werden, welches letztere besonders für das Bewegen verschieden grosser Räder wichtig ist. Eine schwache Feder von Stahl, welche in der Mitte von *a* um die Hälfte des Umfanges der Rolle gelegt ist, drückt die Klammer *b* stets empor und die Schraube *s* regulirt die genaue Höhe derselben.

Die Rolle *a* besteht aus dem eigentlichen Schnurlauf *a*, am hinteren Theile, dann aus dem Vordertheil mit der Oeffnung für die Klammer (welche auch durch a_1 geht) und endlich aus dem Mitteltheile, welcher um ein Drittel durchgefeilt ist, und die stählerne Feder aufnimmt, welche in Fig. 2 zu sehen ist. Diese Feder wird in eine von beiden Seiten unterstochene Eindrehung geschoben. — Die Rolle besitzt für den Gebrauch des Rollirstuhles einen Durchmesser von ungefähr 6 bis 7 mm.

Berichtigungen.

Fig. 4. S. 402 ist insofern incorrect, als Hülse *d* gerade unter dem Gestell *c* liegen und mit ihm fest verbunden sein soll.

S. 391 Zeile 13 v. u. lies xy statt g.

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Buchdruckerei von Gustav Schade (Otto Francke) in Berlin N.

Namen- und Sach-Register.





